EAN– European Astrosky Network

n. 18/2014

Webzine gratuita
www.eanweb.com
info@eanweb.com
© EAN 2014

ASTRONOMIA & INFORMAZIONE

INDICE

Daniele Gasparri, *Correggere i difetti delle immagini digitali,* p. 4
Giovanni Maria Caglieris, *Le comete... di Napoleone,* p. 11
Mario Dho, *Modelli matematici per la mappatura e la correzione degli errori di puntamento del telescopio,* p. 22
Lorenzo Franco, *L'asteroide binario 3905 Doppler,* p. 31
Marco Meniero e Alessandro Ghelardi, *Astrofotografia, Arte o Scienza?,* p. 37
Costantino Sigismondi, *Nova Centauri 2013 Broad Maximum from Visual Observations,* p. 42
Salvo Massaro, *Nuova versione del software "Ricerca 6",* p. 48
Felice Stoppa, *Qualche osservazione sui Catasterismi di Eratostene di Cirene,* p. 50
Rodolfo Calanca, *L'osservazione di Saturno nel Seicento e i grandi Cannocchiali aerei",* p. 60
Alberto Villa, *Alcuni Transiti di Pianeti Extrasolari all'Osservatorio di Libbiano,* p. 81
Luigi Bignami, *Inaugurazione del rinnovato Padiglione Spazio-Planetario a Volandia,* p. 87
Alberto Villa, *In ricordo di Vittorio Lovato,* p. 89
Rodolfo Calanca, recensione: *Progetto Apollo, il sogno più grande dell'uomo, di Luigi Pizzimenti* p. 92

REDAZIONE

Direttore editoriale: Rodolfo Calanca, rodolfo.calanca@gmail.com
Co-direttore: Angelo Angeletti, angelo.angeletti@virgilio.it
Redattore responsabile: Manlio Bellesi, manlio.bellesi@libero.it
Redattore: Lorenzo Brandi, lbrandi.fi@gmail.com
Responsabile dei servizi web: Nicolò Conte tecnonico@gmail.com

Luogo di pubblicazione:
La webzine Astronomia Nova è pubblicata a Medolla (MO) in Via A. Gramsci 7.

In copertina: "Via Lattea su Balanced Rock" è il nome della foto di copertina. Con questa foto il nostro collaboratore Marco Meniero ha vinto la prima edizione del Premio Italiano di Fotografia Astronomica (PIFA).

SPONSOR

www.atcr.altervista.org/ita

PROGETTI EAN

EDITORIALE A CURA DELLA REDAZIONE EAN

Il n. 18 di Astronomia Nova è ricco e fortemente diversificato nei contenuti.
In primo luogo, abbiamo dato ampio spazio ad alcuni aspetti storici dell'astronomia degli ultimi quattro secoli. Ed è a Napoleone, del quale ricorre quest'anno, il 200° dello sbarco all'isola d'Elba, dopo la rovinosa sconfitta seguita alla fallimentare campagna di Russia, che Giangi Caglieris dedica un'ampia disanima sulle comete che ne hanno segnato la parabola terrena. Leggete l'articolo, è davvero affascinante!
In concomitanza con il terzo anno di "Occhi su Saturno", l'evento organizzato a livello nazionale dall'Associazione Stellaria di Perinaldo, il nostro direttore ha scritto un ampio articolo sulle osservazioni di Saturno nel Seicento, che produssero, fra l'altro, la scoperta della natura degli anelli, la divisione di Cassini ed il ritrovamento dei primi cinque suoi satelliti ad opera di Huygens e di Cassini stesso, risultati che furono ottenuti anche grazie a mostruosi telescopi lunghi decine di metri!
Un articolo un po' più specifico è quello di Felice Stoppa, che scrive dei "Catasterismi" di Eratostene di Cirene, un grande autore e studioso di astronomia che in una certa misura si differenzia dai lavori astronomici di Tolomeo e dalla sua scuola.
Gli articoli "tecnico/scientifici" sono invece ben rappresentati da un'ampia nota di Daniele Gasparri che elenca e propone una gamma di tecniche di correzione dei difetti delle immagini digitali; certamente un articolo gradito agli astrofotografi impegnati.
Di notevole rilievo l'articolo in inglese del prof. Costantino Sigismondi, che riporta i risultati di osservazioni della Nova Centauri dello scorso anno.
Scientificamente significativo quello di Lorenzo Franco sulla scoperta della binarietà dell'asteroide 3905 Doppler, come altrettanto pregevoli i lavori fotometrici su alcuni transiti di pianeti extrasolari osservati al Centro Astronomico di Libbiano (nel Comune di Peccioli, Pisa) e descritti dal direttore, Alberto Villa.
Puntuale ed accuratissimo, come al solito, l'articolo di Mario Dho che descrive gli algoritmi che stanno alla base della modellizzazione degli errori di puntamento dei telescopi.
Ai confini (sempre più labili) tra arte e scienza sta il bell'articolo di Marco Meniero e Alessandro Ghelardi, che si pongono un quesito, forse irrisolvibile: l'astrofotografia è arte o scienza?
Infine, Salvo Massaro propone l'ultima versione del suo splendido software "Ricerca 6", che ogni astrofilo evoluto (ma non solo astrofilo…) dovrebbe conoscere ed usare.
Infine, il ricordo (scritto da Alberto Villa), bello e commosso, di Vittorio Lovato, caro amico e collaboratore di Astronomia Nova, che recentemente ci ha lasciato.
In ricordo di Vittorio, la redazione dedica questo bellissimo aforisma di Jorge L. Borges: "*Mi commuovono le minute sapienze/ Che in ogni morte si perdono*"

.

LA REDAZIONE DI ASTRONOMIA NOVA

Da sinistra: Rodolfo Calanca, Angelo Angeletti, Manlio Bellesi, Lorenzo Brandi, Nicolò Conte

CORREGGERE I DIFETTI DELLE IMMAGINI DIGITALI

Daniele Gasparri
www.danielegasparri.com/Italiano/index_ita.htm

Quando il sistema di ripresa è di ottima qualità, le immagini astronomiche spesso offrono risultati splendidi dal punto di vista estetico. Qualora però si manifestino dei problemi, legati anche ad un non corretto *setup* strumentale, i risultati potrebbero drammaticamente decadere, rendendo necessaria un'attenta analisi degli errori ed una loro correzione.

Tutti i sistemi di ripresa astronomica, in particolare quelli amatoriali, possono presentare difetti che incidono sulla qualità sia estetica sia scientifica delle immagini. Non importa infatti se il nostro scopo è fare fotometria di altissima precisione o imaging puro: per ottenere il massimo dalla nostra strumentazione è necessario eliminare le imperfezioni tipiche delle riprese digitali. Spesso, la canonica procedura di calibrazione (Dark, Flat e, solo in casi particolari, anche Bias) non è sufficiente a garantire un risultato di qualità.

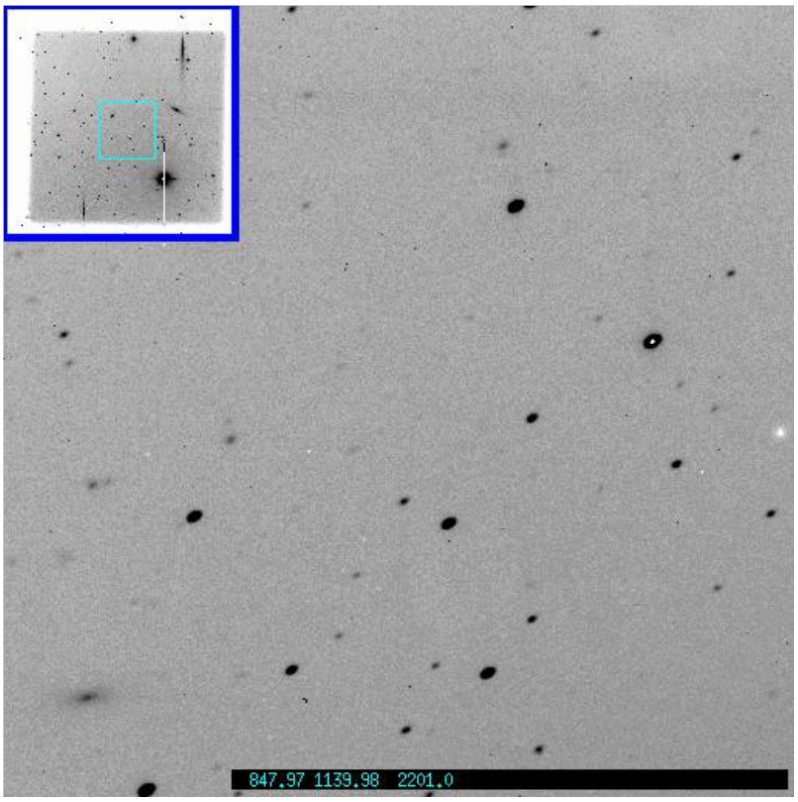
In questo articolo, e con l'aiuto di immagini di esempio, analizzeremo i principali difetti che si riscontrano nelle riprese digitali e i metodi per eliminarli o, almeno, ridurli in modo significativo.

Pessimo seeing, eccessiva sfocatura, errori di guida

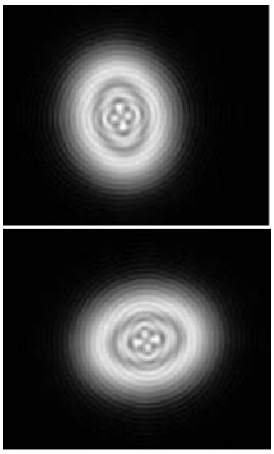
Il cattivo seeing e la sfocatura producono effetti molto simili. l'immagine risulta impastata, priva di dettagli e profondità, con diametri stellari di (troppo) generose dimensioni. Se si lavora con focali non oltre un metro e con pixel di dimensioni superiori ai 10 micron, la perdita di dettagli è da imputare quasi esclusivamente ad una inadeguata messa a fuoco, molto comune nei telescopi economici che non dispongono di un focheggiatore sufficientemente preciso.

Un seeing di scarsa qualità si manifesta spesso operando con strumenti con focale superiore al metro e con pixel minori di 10 micron di lato. Nelle riprese profonde senza filtri, occorre considerare altri aspetti più trascurati,

Metodi di messa a fuoco. Prima riga, messa a fuoco con l'apertura libera: La macchia centrale che si vede nelle immagini molto sfuocate è l'ombra dello specchio secondario del telescopio. Seconda riga, maschera di Hartmann: quando l'immagine è molto fuori fuoco si vedono tre stelle, che diventano una sola quando si raggiunge il fuoco esatto. nella terza riga, si utilizzano due strisce parallele di nastro davanti all'obiettivo del telescopio. Con questo accorgimento, in prossimità del fuoco compaiono una coppia di raggi perpendicolari, che diventano un unico nitido raggio nel fuoco esatto (le immagini e questo commento sono tratti dal sito: http://gerlos.altervista.org/messa-fuoco-nelle-riprese-astronomiche)

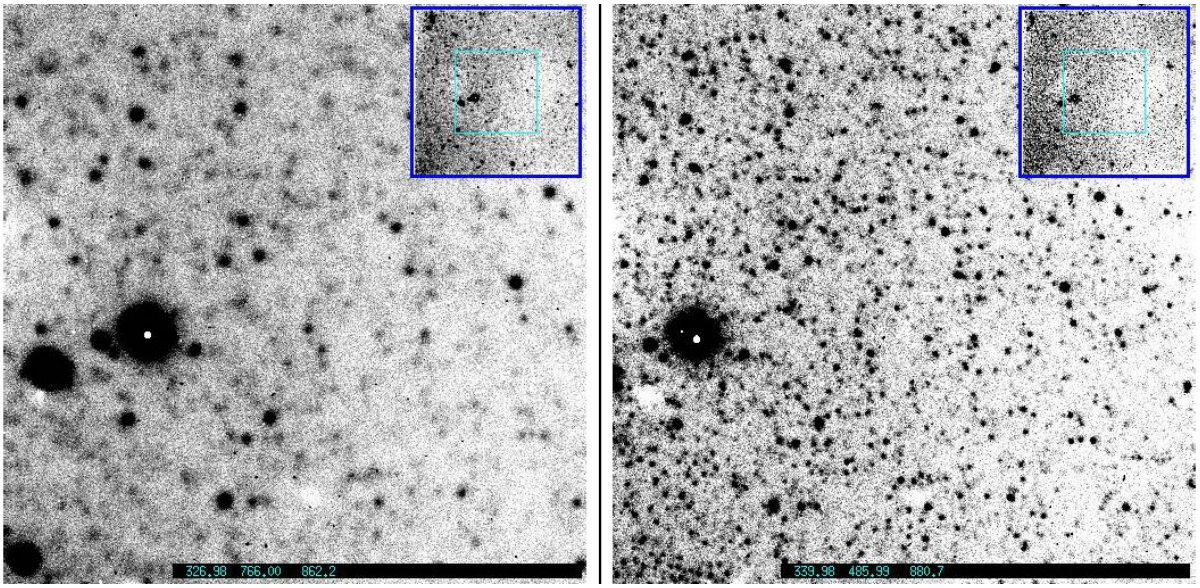


Immagini stellari dilatate a causa della sfocatura. Un fuoco poco accurato può mettere in luce anche altre aberrazioni extra-assiali di solito non visibili, come l'astigmatismo. Si veda l'immagine allungata delle stelle nell'immagine a fianco. Qui sotto, due immagini stellari, molto ingrandite, fornite da un telescopio con un accentuato astigmatico. L'immagine in alto è extrafocale, quella sotto intrafocale, con l'asse maggiore dell'ellisse ruotato di 90°.



come la rifrazione atmosferica differenziale e l'assorbimento atmosferico, entrambi evidenti quando si riprendono oggetti bassi sull'orizzonte, perché restituiscono immagini poco profonde e allungate nel senso nord-sud (o con code colorate, nel caso di sensori a colori).

Se si tratta di un problema di messa a fuoco, utilizzare un metodo di focheggiatura fine come quelli descritti nelle immagini della pagina precedente. In caso di seeing mediocre, purtroppo non ci sono soluzioni, ma qualche piccolo trucco per limitarne i danni c'è. Ad esempio, utilizzare un campionamento che non superi 1.5-2 secondi d'arco/pixel (altre informazioni sul campionamento nel mio articolo: www.lezionidiastronomia.it/astronomia%20amatoriale/pdf/Campionamento_focale_equivalente_gasparri.pdf). Ricordare che i filtri rossi e infrarossi sono meno sensibili alla turbolenza; infine, eseguire le riprese con l'oggetto celeste in prossimità del meridiano.



A sinistra, dilatazione dei dischi stellari e perdita di dettagli e profondità a causa di un pessimo seeing. A destra, lo stesso campo stellare, ripreso in condizioni di miglior seeing.

Errori di guida del telescopio

L'astronomia "ideale" è fatta di telescopi perfetti che ci consentono di inseguire con precisione il movimento delle stelle; sappiamo però che nel mondo reale questo non è vero. Nessuna montatura è in grado di annullare il moto di rotazione terrestre a causa di svariati errori meccanici, atmosferici, di stazionamento, ecc.

Allora, come ridurre gli effetti degli errori?

prima di tutto occorre fare un perfetto stazionamento della montatura. Spesso la precisione offerta dai cannocchiali polari non è sufficiente ed occorre applicare altri metodi (il più utilizzato è quello di Bigourdan, si veda la pagina: www.astrophysic.org/bigourdan_method.htm , nella quale si utilizzano delle belle animazioni esplicative).

Successivamente si deve bilanciare in modo perfetto il telescopio e, solo dopo questa fase, si passi alla calibrazione della guida: inserimento delle coordinate del campo di ripresa, uso di una velocità di correzione non troppo alta né troppo bassa (orientativamente tale che si abbia uno spostamento compreso tra 10 e 30 pixel al minuto), e scelta di una stella di guida non saturata ma neppure troppo debole.

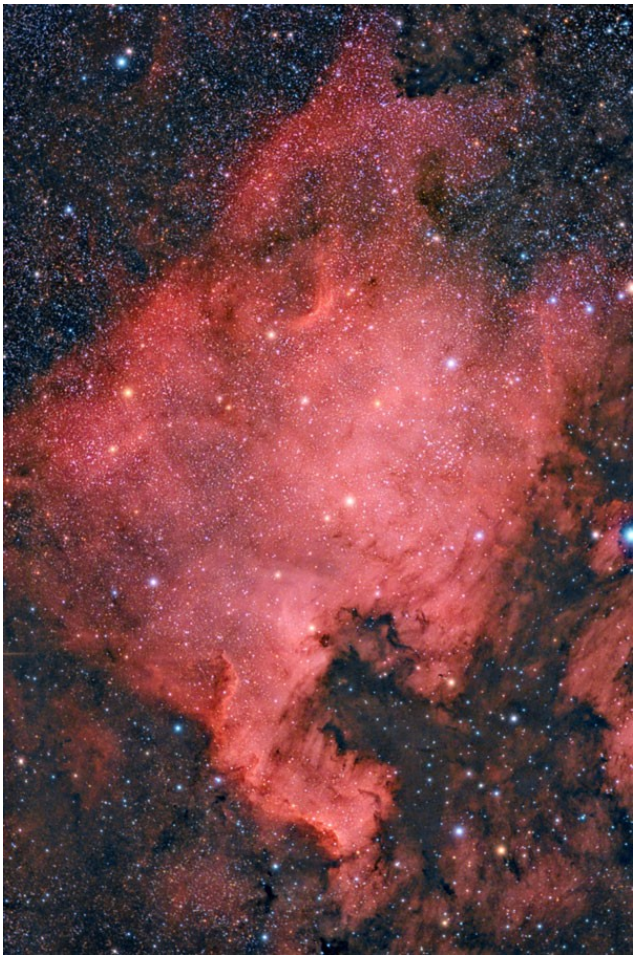
Questa pessima immagine della nebulosa Nord America è affetta da una quantità di errori prodotti da raffiche di vento che hanno fatto vibrare una montatura inadeguata, da un allineamento polare scadente e da errori periodici degli ingranaggi del moto orario.

Rotazione del campo

La rotazione del campo si manifesta nonostante una guida perfetta. Le immagini che ne sono affette, appaiono come brevi archi di circonferenza di lunghezza diversa a seconda della posizione nel campo del sensore. Se per la guida si utilizza una stella posta in prossimità del centro del campo inquadrato dal CCD di ripresa, si ha una rotazione attorno ad essa.

La rotazione del campo si può eliminare totalmente in una serie di immagini, solamente se le singole pose non presentano questo effetto. Si agisce con uno dei soliti software di gestione ed elaborazione delle immagini (ad esempio, IRIS) con un allineamento a 2 stelle.

Se invece la rotazione appare sulla singola esposizione, allora non si può intervenire via software. E' perciò assolutamente necessario allineare con maggiore accuratezza l'asse polare. Si ricordi che basta infatti un errore di stazionamento di mezzo grado per avere una rotazione del campo apprezzabile anche con pochi minuti di



A fianco, l'immagine della Nord America ripresa in modo ottimale da Ignacio Rico Gualda (Astronomy Picture of the Day, http://apod.nasa.gov/apod/ap081028.html)

La rotazione del campo, causata da un forte disallineamento dell'asse polare del telescopio, balza subito agli occhi in questa immagine delle Pleiadi

Vignettatura e polvere sul sensore

La vignettatura si manifesta sotto forma di una riduzione percepibile della luminosità dell'immagine alla sua periferia rispetto al centro.

Per ridurre gli effetti della vignettatura occorre, in primo luogo, capire se essa è introdotta dalla componentistica meccanica oppure dal sistema ottico del telescopio.

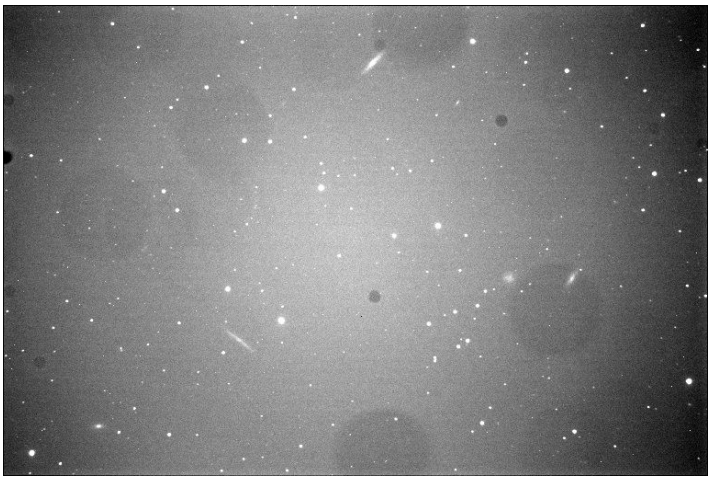
La vignettatura meccanica è prodotta da componenti, quali filtri, lenti aggiuntive, riduttori di focale, che intercettano parte dei raggi di luce che entrano nel telescopio. La vignettatura ottica è un effetto di attenuazione della luce ai bordi del campo direttamente legata al progetto ottico del telescopio ed è rilevante nella configurazione Schmidt-Cassegrain. In generale, ridurre gli effetti della vignettatura è possibile, usando, ad esempio, sensori che rientrino interamente nell'area di piena luce dello strumento. Quando si utilizza un riduttore di focale si deve poi avere l'accortezza di minimizzare la distanza tra il sensore ed il gruppo ottico riducente.

Una tecnica software molto efficace per eliminarla quasi totalmente è illustrata in questo tutorial di IRIS: http://www.astrosurf.com/buil/iris/tutorial2/doc8_us.htm .

Anche le tracce di polvere si correggono bene con la procedura sopra indicata, ma è sicuramente opportuno provvedere sempre ad un'accurata pulizia delle finestre ottiche e dei filtri.

Blooming

Con il termine blloming si intende qualcosa che risplende in modo eccessivo: nel caso delle immagini stellari va inteso come sovrasaturazione e riversamento dell'immagine della stella sotto forma di righe verticali sature. Ogni sensore digitale ha un limite alla carica che può raccogliere; oltre tale limite, se non vi sono speciali accorgimenti nell'architettura del CCD, la carica può straripare dal pixel che la contiene, allo stesso modo di un fiume in piena, ed andare ad occupare altri pixel, producendo, appunto, l'effetto blooming.



Nell'immagine a fianco, si sommano gli effetti della vignettatura ai bordi con le ombre prodotte dalla polvere depositata in prossimità del sensore.

Se il nostro sensore CCD dispone di antiblooming, attiveremo e imposteremo la funzione che limita la sovrasaturazione portando al massimo il valore di *rate*. Se invece non c'è alcun dispositivo antiblooming, si limiterà l'effetto riducendo il tempo di esposizione o ponendo fuori campo le stelle più brillanti. Nel caso di blooming contenuto e di *imaging* estetico, si può intervenire in fase di elaborazione ma i risultati non saranno mai soddisfacenti.

Tracce di raggi cosmici, aerei, satelliti

Spesso i raggi cosmici, aerei e satelliti, lasciano tracce indesiderate nelle nostre immagini.

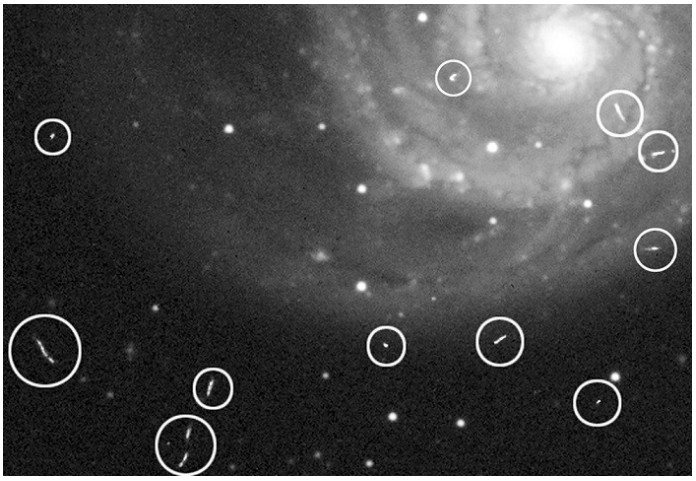
Come liberarsene?

Va detto che i raggi cosmici accendono i pixel del CCD, specialmente se le pose sono di qualche minuto o più. Le possiamo eliminare in fase di elaborazione: è sufficiente disporre di un *set* di riprese da sommare con il metodo della mediana invece che con la solita media aritmetica.

Un esempio di come sia possibile intervenire per ridurne l'effetto è descritto in questa pagina: www.astrosurf.com/buil/iris/tutorial8/doc23_us.htm , dal sito di Christian Buil, il famoso autore del software astronomico gratuito IRIS, www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm .

Per quanto riguarda le tracce di aerei o satelliti, non sempre le procedure di elaborazione sono in grado di eliminarle: in questi casi è purtroppo necessario scartare l'immagine!

L'effetto di blooming in una bella immagine di M16



Numerosi raggi cosmici hanno lasciato tracce visibili in questa immagine a lunga esposizione.

Riflessi e *spikes* di diffrazione

Spesso nelle nostre foto digitali del cielo registriamo delle immagini "fantasma", anche di forma stellare, prodotte da complesse riflessioni della luce incidente sugli elementi ottici del telescopio, soprattutto in prossimità di oggetti brillanti. Alcuni riflessi danno luogo a strani "baffi" luminosi, specialmente nei telescopi catadiottrici molto aperti (Schmidt-Newton o Schmidt-Cassegrain con riduttore). La forma di queste immagini fantasma dipende dall'elemento ottico che produce il riflesso (lastra correttrice, filtri, lenti di barlow). Anche gli *spikes* di diffrazione, in campi affollati da stelle, possono creare molti problemi, nascondendo dettagli e strutture.

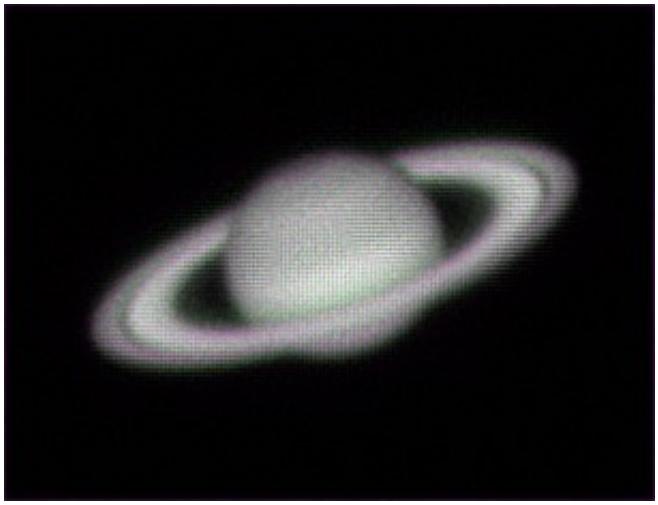
Non vi sono soluzioni praticabili per la rimozione dei riflessi o degli "spikes" in fase di elaborazione. Capita spesso di scambiare il riflesso per un oggetto reale. Per accertarsi della vera natura di questi effetti basta muo-

Un esempio di immagine fantasma doppia, causata dalle riflessioni interne ad un telescopio.

vere leggermente il telescopio o ruotare la camera di ripresa. Spariranno se si tratta di semplici riflessi.
In generale, si evitino riprese con esposizioni lunghe in zone celesti prossime a forti sorgenti luminose. Anche l'inserimento nel cammino ottico dello strumento di molte lenti, o filtri in serie, va evitato. Nel caso di *spikes* prodotti dal sostegno dello specchio secondario, non vi è altra soluzione se non quella di ridurre la durata della posa.

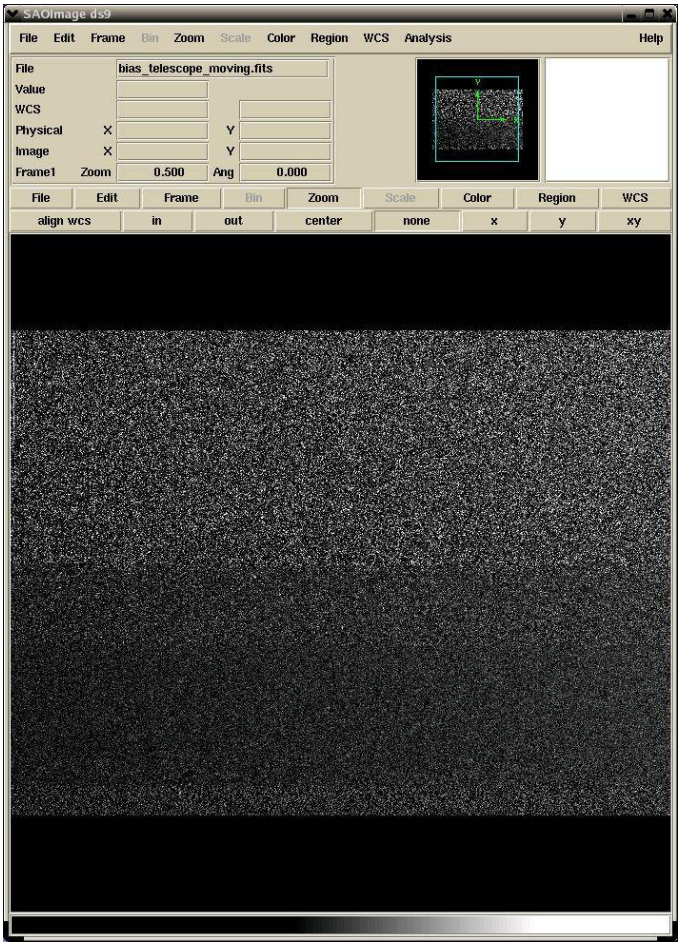
Righe orizzontali e/o pattern regolari

Le righe orizzontali o le trame che appaiono nell'immagine (si veda qui sotto l'immagine di Saturno) possono dipendere dall'architettura del sensore CCD, dall'ambiente in cui si trova e dal collegamento al computer. Le righe orizzontali sono tipiche della griglia di filtri di Bayer per il colore, si veda: http://it.wikipedia.org/wiki/Schema_Bayer. Esse si manifestano in modo evidente soprattutto nelle riprese webcam con molto segnale e poco rumore e può comprometterne l'estetica (ma non la risoluzione). La soluzione fortunatamente è semplice, almeno per quanto riguarda le webcam. E' infatti sufficiente applicare un filtro gaussiano di raggio con un valore di circa 1, prima di qualsiasi altra elaborazione, oppure, in alternativa, ridimensionare l'immagine al 50%. La risoluzione reale resterà invariata perché essa, a causa della presenza della matrice di Bayer, è la metà di quella nominale del sensore. In questo modo le righe, che sono dovute al ricampionamento da parte del firmware della camera, scompaiono totalmente e la qualità dell'immagine non ne è affatto pregiudicata.

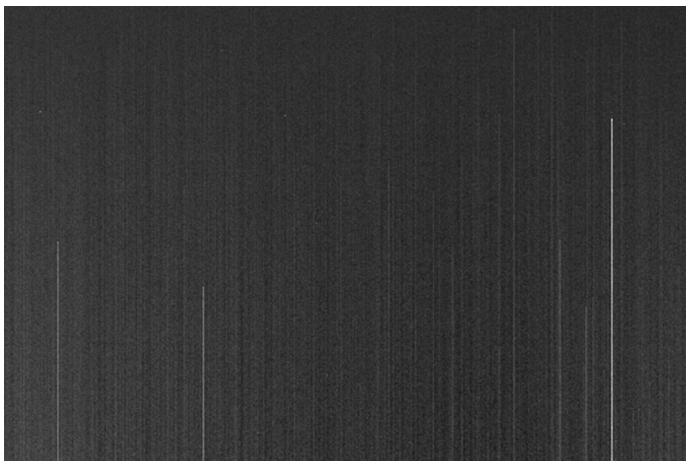


In questa immagine grezza di Saturno, si nota molto bene la griglia di filtri Bayer della webcam, dovuta al non perfetto ricampionamento da parte del firmware del sensore. In realtà, nonostante lo spiacevole effetto estetico, non si ha alcuna perdita di risoluzione e il problema è facile da risolvere.

Un altro difetto è segnalato dalla presenza di bande scure, non sempre orizzontali e a volte variabili nel tempo. Si tratta molto spesso di un disturbo dovuto a campi elettromagnetici (esempio, i cavi dell'alta tensione), alla presenza di reti wireless, oppure ai ripetitori per telefoni cellulari. Non di rado sono gli stessi motori della montatura del telescopio ad introdurre del rumore elettromagnetico. Se le sorgenti di rumore non variano sensibilmente nel corso della nottata, si può correggere tutto con un buon frame di flat field. E' comunque una buona norma schermare il più possibile i cavi di collegamento della camera CCD.
A volte capita di notare delle righe della matrice dell'immagine, oppure piccole porzioni di essa, in cui non sembra esserci segnale. Il difetto è spesso introdotto dal sistema di collegamento USB tra la camera CCD (ma si manifesta anche nelle reflex digitali CMOS) ed il personal computer. In pratica, ci troviamo di fronte ad un problema di lettura del sensore CCD.



Un frame di bias solcato da bande scure dovute ad interferenze esterne di origine elettromagnetica.



Un dark frame affetto da read out error *(le righe luminose verticali e quelle più scure), cioè da un errore di lettura del sensore.*

In particolare, se la porta USB del PC è a bassa velocità e se vi sono collegate altre periferiche che richiedono molta banda passante. Più raramente può essere un problema software o di scrittura dell'immagine sulla scheda di memoria delle fotocamere digitali. Si può correggere l'errore scollegando le altre periferiche, oppure cambiando porta USB. Se il problema persiste, provare a reinstallare i driver della camera CCD; se non si risolve, testare il collegamento ad un altro computer. Nelle reflex digitali, provare a formattare la scheda di memoria.

Aumento eccessivo del rumore

E' un caso limite di come i disturbi elettromagnetici possano interferire pesantemente con l'elettronica non schermata di sensori non costruiti appositamente per l'astronomia e di scarsa qualità, come quelli utilizzati nelle webcam. In presenza di disturbi elettromagnetici, l'immagine può deteriorarsi in modo impressionante, con la comparsa di rumore e righe di interferenza chiaramente inaccettabili.

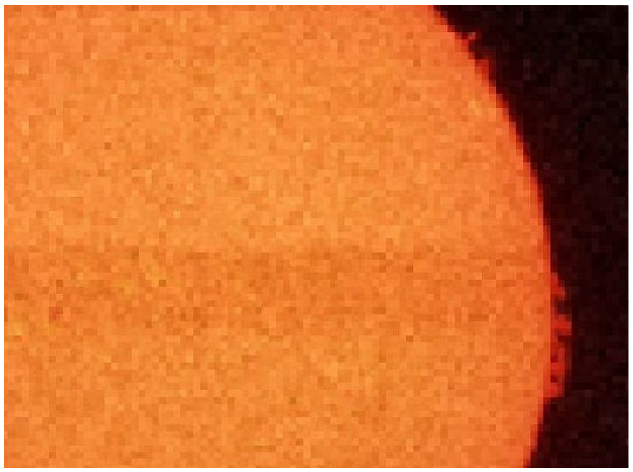
Conclusioni

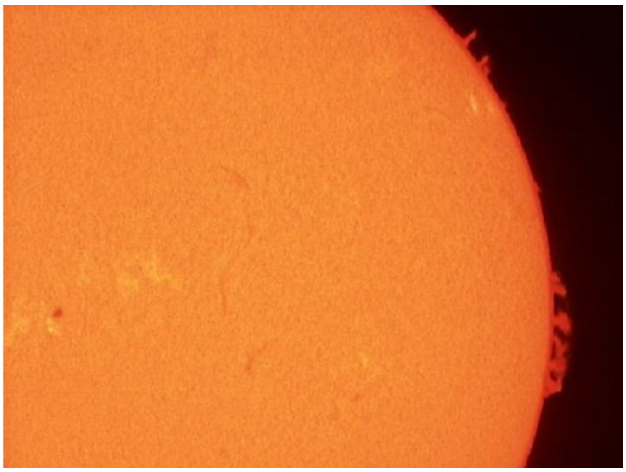
Nell'articolo abbiamo dato spazio ai principali difetti o problemi che possono insorgere nell'utilizzo di dispositivi digitali in astronomia, suggerendo poi alcune delle soluzioni più comuni.

Ricordiamoci che apparecchiature elettriche od elettroniche, che generino corrente alternata, possono alterare l'immagine finale prodotta dal nostro sensore, creando disturbi anche molto evidenti, come bande a bassa ed alta frequenza. Anche la vicinanza a tralicci dell'alta tensione deve essere assolutamente evitata, come pure gli elettrodomestici non schermati, la consolle dei videogiochi, ecc. Insomma, teniamo sempre presente che una camera CCD (ma anche una webcam...), è uno strumento assai delicato e che va sempre protetto dalle influenze esterne.

Daniele è autore di numerosi libri rivolti agli astrofili, per informazioni visitate il suo sito: www.danielegasparri.com/Italiano/index_ita.htm

Per **Daniele Gasparri**, l'astronomia è, contemporaneamente, una passione e una professione. Studia astronomia a Bologna ma, allo stesso tempo, cerca, con la propria strumentazione amatoriale, di condurre progetti di ricerca professionale, ottenendo spesso risultati di qualità, come la scoperta di un pianeta extrasolare in transito nel settembre 2007, di qualche nuova stella variabile e lo studio in alta risoluzione dei corpi del sistema solare.





A sinistra, ecco come si presenta un'immagine webcam del Sole affetta da forti disturbi: il rumore è notevole, così come la presenza di una banda scura orizzontale. A destra, collegando il cavo della webcam al tubo metallico del telescopio o alla terra, il disturbo scompare.

LE COMETE DI...NAPOLEONE

Giovanni Maria Caglieris

caglieris_gm@infinito.it
http://web.infinito.it/utenti/c/caglieris_gm/

Le comete hanno sempre attirato l'attenzione degli astronomi e suscitato la paura popolare. A questo non sono naturalmente sfuggite le comete apparse durante la vita di Napoleone e collegate a lui da persone diverse per motivi diversi. Questo articolo ne tratta in particolare tre, dal doppio punto di vista, di costume e astronomico.

Napoleone dimostrò sempre una notevole propensione per le scienze e in particolare per la matematica in cui eccelleva e che aveva studiata a fondo in quanto tenente di artiglieria. Membro dell'Istituto di Francia, Classe di Scienze, vi tenne parecchi interventi originali, tanto che Laplace nel 1797 si rivolse a lui dicendo: "*Qualunque cosa mi sarei aspettato da Voi, generale, tranne che una lezione di Geometria*". Per inciso un teorema porta il suo nome (**nota 1**).
Ma cosa molto importante ai fini di questo articolo, Napoleone promosse e aiutò in ogni modo le Scienze; ne capì l'importanza dal punto di vista pratico (collegato sopratutto a fini militari) ma non dimenticò l'aspetto politico volto ad accrescere la sua aura di"eroe e *uomo della provvidenza*" o più semplicemente per volgere a suo favore la credulità popolare.
Inoltre un *grande uomo* raccoglie sempre intorno a sé gli omaggi più disparati. In queste circostanze non può sembrare strano parlare di *Comete di Napoleone* in cui larga parte sembra avere l'interpretazione "Astrologica" della loro apparizione. Nello spirito di quanto detto voglio esaminare tre delle numerose comete apparse durante la vita di Napoleone che sono state occasione rispettivamente di:
- un panegirico da parte di un astronomo (Messier)
- uno splendido passo letterario (Tolstoj)
- uno squarcio sugli ultimi giorni di Napoleone

Presenterò dapprima i singoli documenti con una breve introduzione per ciascuno; successivamente tratterò l'argomento dal punto di vista strettamente astronomico, per trovare conferme o smentite di quanto riportato nei documenti.

FIG. 1: *Jacques-Louis David (1748 – 1825),* Napoleone valica il Gran San Bernardo.

I singoli documenti

La Grande Cometa del 1811

La più conosciuta è senz'altro la Grande Cometa del 1811 (C/1811 F1). Osservata da marzo del 1811 ad agosto 1812, periodo in cui l'Imperatore stava facendo i preparativi per la Campagna di Russia (**nota 2**).
Napoleone, al massimo della sua gloria, lasciò trasparire come un buon auspicio, la spettacolare apparizione di questa Cometa. Come riportato da Brown e da Linn (**nota 3**), Napoleone la vide come un segno favorevole per la riuscita della guerra che stava per intraprendere.
Col senno di poi è facile dire che avrebbe fatto meglio ad allinearsi con le credenze popolari circa l'infausto effetto della comparsa delle comete, *simboli fiammeggianti della collera divina* !

FIG. 2: *Monogramma di Napoleone da lui stesso creato dopo la battaglia di Austerliz (1805) e inviato alla moglie Josephine. La* ***N*** *in mezzo al Sole fiammeggiante sta per* Napoleon dans le plus grand des astres *(*Napoleone nel più grande degli astri*); da molti, dopo Waterloo, parafrasato in* Napoléon dans le plus grand désastre *(Napoleone nel più grande disastro); le due frasi in Francese hanno la stessa pronuncia.*

THE COMET AS SEEN IN 1811.

FIG. 4: *Una bella incisione che raffigura la cometa del 1811*

Spesso citata come *Cometa di Napoleone*, come vedremo nella sezione astronomica dell'articolo, fu veramente notevole, colpì l'immaginazione di molti e ci furono le solite scene isteriche dovute alla credenza che portasse sventure e guerre. Ne sono testimonianza le molte stampe e caricature che illustravano il comportamento popolare (fig. 3).

Rimase impressa nella immaginazione popolare, tanto che Tolstoj, scrivendo circa 50 anni dopo, la ricorda in *Guerra e Pace*, lasciando, alla fine del secondo libro, quella che è forse la più bella descrizione letteraria di una cometa. Questa contribuisce alla *redenzione* di Pierre, il protagonista, dopo un drammatico e commovente incontro con Nataša. Riportiamo per intero il passo da *Guerra e Pace*:

Anche Pierre, dopo di lei, uscì quasi correndo nell'anticamera, trattenendo le lacrime d'intenerimento e di felicità che gli serravano la gola, e non riuscendo a infilare le maniche, si gettò sulle spalle la pelliccia e montò nella slitta.

—A casa, — disse Pierre e, benché ci fossero dieci gradi sotto zero, si aprì la pelliccia d'orso sul suo largo petto che respirava lietamente.

Era un tempo ghiacciato e chiaro. Sulle strade fangose e mezzo buie, sui tetti neri c'era un cielo scuro e stellato. Pierre, soltanto a guardare il cielo, non sentiva piú l'offensiva bassezza di tutte le cose della terra a paragone dell'altezza dove si trovava l'anima sua. All'entrata della piazza di Arbàt un enorme spazio di cielo stellato e scuro apparve agli occhi di Pierre. Quasi a metà di quel cielo, sopra il corso Precístenskij, circondata, avvolta da tutte le parti di stelle, ma distinguendosi da tutte per la sua vicinanza alla terra, la sua luce bianca e la lunga coda levata in alto, c'era l'enorme luminosa cometa del' 1812, quella stessa cometa che annunziava, come dicevano, ogni sorta di sventure e la fine del mondo. Ma in Pierre questa splendida stella, con la sua lunga coda raggiante, non risvegliava nessun senso di paura. Al contrario, Pierre con gli occhi umidi di lacrime guardava quella stella lucente che, dopo aver percorso con indicibile rapidità spazi in-

FIG. 3: *La grande visibilità della cometa del 1811, colpì l'immaginario popolare, dando la stura a tutte le solite previsioni di catastrofi e sciagure.*

commensurabili secondo una linea parabolica, a un tratto, come una freccia che si affonda nella terra, pareva essersi infissa in quel punto da essa scelto nel cielo nero ed essersi fermata sollevando energicamente la coda, scintillando e giocando con la sua bianca luce fra le innumerevoli altre stelle sfavillanti. A Pierre parve che quella stella rispondesse pienamente a ciò che era nella sua anima, raddolcita e fortificata, che si schiudeva a una nuova vita (**nota 4**).

La Cometa del 1769 e Charles Messier

Più prosaico è il collegamento di Napoleone con la Cometa del 1769, scoperta da Charles Messier (1730-1817) pochi giorni prima della nascita di Napoleone.

Napoleone si atteggia a protettore delle Scienze; tra l'altro ha confermato a Messier le cariche che gli erano state conferite dal Direttorio, in particolare la nomina a membro del *Bureaux des Longitudines*. Onora particolarmente Messier, ormai anziano (ha oltre 76 anni), insignendolo della *Legion D'Onore* nel 1806 e consegnandogliela personalmente.

Messier è molto orgoglioso di ciò e addirittura fa modificare un suo ritratto del 1771 aggiungendovi l'onorificenza (fig. 6).

Nel 1808 Messier si sdebita con una pubblicazione a dir poco strana per un astronomo del suo livello, cogliendo la coincidenza che pochi giorni dopo la scoperta della cometa del 1769 si verifica la nascita di Napoleone.

Già la copertina dell'opuscolo (presentato all'imperatore il 15 febbraio 1808 e che aveva avuto problemi di pubblicazione), con il suo roboante titolo è rivelatrice, direbbe qualcuno oggigiorno, di umiliante servilismo e di smaccato opportunismo.

FIG. 6: *Ritratto di Charles Messier del 1771. L'onorificenza della* Legion d'Onore, *ben in mostra in primo piano, fu fatta aggiungere al dipinto da Messier stesso dopo il 1806.*

Infatti, appena sotto il titolo, Messier mette in risalto i suoi meriti di scopritore e osservatore di comete, e poi aggiunge una frase che è quasi una richiesta di sovvenzione, facendo notare che dalla Rivoluzione in avanti, ha sempre pagato di tasca propria l'affitto dell'Osservatorio della Marina all'Hotel de Cluny. Ma anche le pagine seguenti ci lasciano sfavorevolmente stupiti dall'atteggiamento meschinamente servile del vecchio astronomo.

FIG. 5: *Stampa caricaturale sull'impressione suscitata dalla cometa.*

18.
1769

GRANDE COMÈTE

QUI A PARU A LA NAISSANCE

DE NAPOLÉON-LE-GRAND

DÉCOUVERTE ET OBSERVÉE PENDANT QUATRE MOIS

PAR M. MESSIER.

PRÉSENTÉ A S. M. IMPÉRIALE ET ROYALE,
le Dimanche 15 Février. 1808.

Nota. Depuis 1758, M. Messier a découvert 20 Comètes, et il en a observé 45, autant que tous les Astronomes qui ont vécu avant lui.

Toutes ces Comètes, observées de l'Observatoire de la Marine, hôtel de Cluny : la Marine avait payé le loyer de cet Observatoire (600 liv.) depuis 1755 jusqu'en 1789 ; supprimé alors par la Révolution, ce loyer est devenu à la charge de M. Messier, qui le paye encore aujourd'hui.

PARIS—DE L'IMPRIMERIE DE DELANCE.

FIG. 7: *Copertina dell'opuscolo di Messier del 1806*

Già nella seconda pagina, che ha l'aspetto di una seconda copertina si lancia in un panegirico adulatorio dell'imperatore, dicendo tra l'altro: "*L'epoca della Nascita di Napoleone-il-Grande il 15 agosto 1769, coincide con l'apparizione di una delle più grandi Comete che siano mai state osservate*".

Nella pagina successiva prosegue: "*Questa cometa, scoperta l'8 agosto, precede la Nascita di Napoleone il Grande, di 7 giorni ... epoca singolare e ben rimarchevole, che servirà a constatare in tutti i secoli, per i ritorni periodici di questa cometa che avranno luogo un lungo spazio di tempo, la Nascita e il Regno di Eroe del XVIII° secolo*".

E, in nota, aggiunge: "*Non c'è senza dubbio alcuna persona che sia ancora così infatuata dell'Astrologia Giudiziaria da credere che gli Astri abbiano qualche influenza sugli avvenimenti terrestri; ma questa grande cometa, che non rassomiglia a nessuna di quelle conosciute, che è apparsa alla nascita di NAPOLEONE-IL-GRANDE, è un'epoca assai rimarcabile per fissare l'attenzione del mondo intero e soprattutto dei Francesi*".

Dopo aver presentato i calcoli dei vari astronomi circa il periodo della cometa (che vanno da 451 a 2090 anni), aggiunge:

..è certo che questa grande Cometa del 1769 non riapparirà che dopo parecchi secoli: essa ricorderà allora, in tutte le sue rivoluzioni, la Nascita e il Regno di NAPOLEONE-IL-GRANDE, Imperatore dei Francesi e Re d'Italia; epoca più durevole di tutti i monumenti elevati a sua gloria.

Questo scritto non fu per niente apprezzato dei colleghi di Messier e l'ammiraglio W. H. Smyth osserva 25 anni dopo: "*L'ultima cometa presentata astrologicamente al pubblico da un astronomo ortodosso*" (**nota 5**).

Vi sono altri due aspetti interessanti nell'opuscolo.

Sulla copia in possesso di Messier (ora presso la Biblioteca Nazionale di Francia) è aggiunta a mano una nota (fig. 8): "*Il 25 marzo 1811, data della nascita del re dei Romani, nato il (giorno) 21, il signor Flaugergue astronomo a Viviers ha scoperto una bella cometa che è rimasta (molto) visibile ad occhio nudo fino alla fine dell'anno*".

Insomma, i punti salienti della vita di Napoleone sarebbero stati segnati dall'apparizione di Comete!

Nell'ultima parte dell'opuscolo Messier collega la pubblicazione a Parigi il 4 ottobre 1801 dei Preliminari che porteranno alla Pace di Amiens (tra Francia e Inghilterra) con la contemporanea presenza nella costellazione del Leone e in particolare intorno a Regolo della Luna e di tre "bei" Pianeti, (Saturno, Giove, Venere).

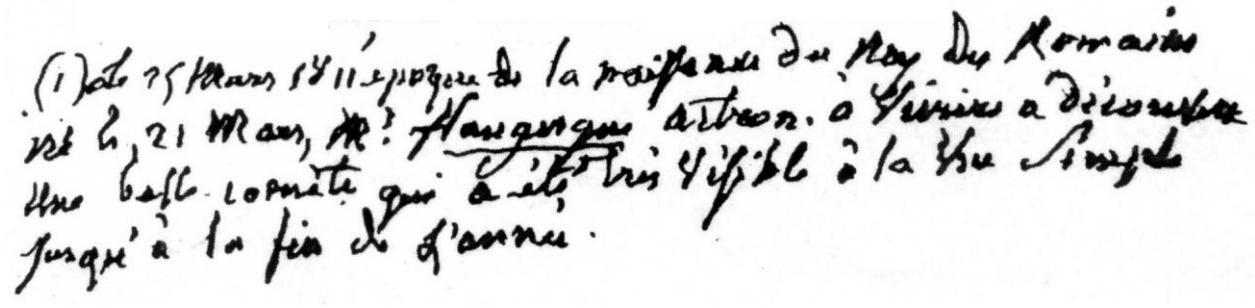


FIG. 8: Nota di pugno di Messier al fondo della seconda pagina dell'opuscolo (Biblioteca Nazionale di Francia)

FIG. 9: *Francobollo cubano del 1981, che mostra la morte di Napoleone.*

che Messier definisce "*Degna di essere rimarcata e osservata*" e aggiunge che" *ricorderà nei secoli a venire il ricordo di questo trattato preliminare di pace...*" e che quando la guerra riprenderà "*le vittorie nei combattimenti furono dell' Eroe del XVIII secolo, NAPOLEONE-IL-GRANDE*"
Lascio al lettore ogni ulteriore commento.

La morte di Napoleone e la Cometa del 1821
Drammatico è il collegamento con questa cometa. Il 2 aprile 1821, il medico di Napoleone a Sant'Elena nel suo diario, molto ricco di dettagli sugli ultimi tempi del suo illustre paziente, scrive (**nota 6**):
Ore 7 e un quarto del Pomeriggio — I domestici riferiscono che è stata osservata una cometa verso oriente.
«Una cometa! grida con emozione l'imperatore, essa fu il segno precursore della morte di Cesare.»
Io arrivai nel bel mezzo del disturbo in cui quell'annunzio l'aveva messo.

« Avete visto, dottore? – No, sire; niente.– Ma come! la cometa? – Non se ne vede. – L'hanno vista. – Si sono sbagliati; ho osservato a lungo il cielo, non ho scorto niente. – Pena perduta! sono sfinito, tutto me l'annunzia; voi solo vi ostinate a nascondermelo; che vantaggio ne ricavate? Perché ingannarmi? Ma ho torto; voi mi volete bene, volete nascondermi l'orrore dell'agonia, vi sono grato per la vostra intenzione.
Le comete annunciano la morte dei grandi uomini, sembra dire Napoleone che morirà un mese dopo, il 5 maggio 1821.

L'analisi astronomica

La cometa del 1769 e Messier

La cometa del 1769 (C/1768 P1) è stata una grande cometa: ben visibile ad occhio nudo per parecchi mesi, ha sviluppato una coda molto estesa ed è stata osservata e documentata da molti astronomi. Messier, che l'ha scoperta e osservata a lungo, ci ha lasciato (come suo solito) una lunga memoria (**nota 7**), corredata da parecchie carte del percorso e immagini della coda.
Mi limito ad una descrizione succinta rimandando per i particolari al mio sito (**nota 8**) e al mio articolo "La Cometa del 1769 e Charles Messier", pubblicato su *Giornale di astronomia*, vol. 27, n. 4, dicembre 2001.
La cometa viene scoperta da Messier nella costellazione dell'Ariete l'8 agosto 1779, ma la prima vera osservazione è del 15 Agosto (**nota 9**) alle 3 del mattino. La cometa presenta un nucleo brillante ma non netto di 1' 15", una chioma e una coda di 6°.

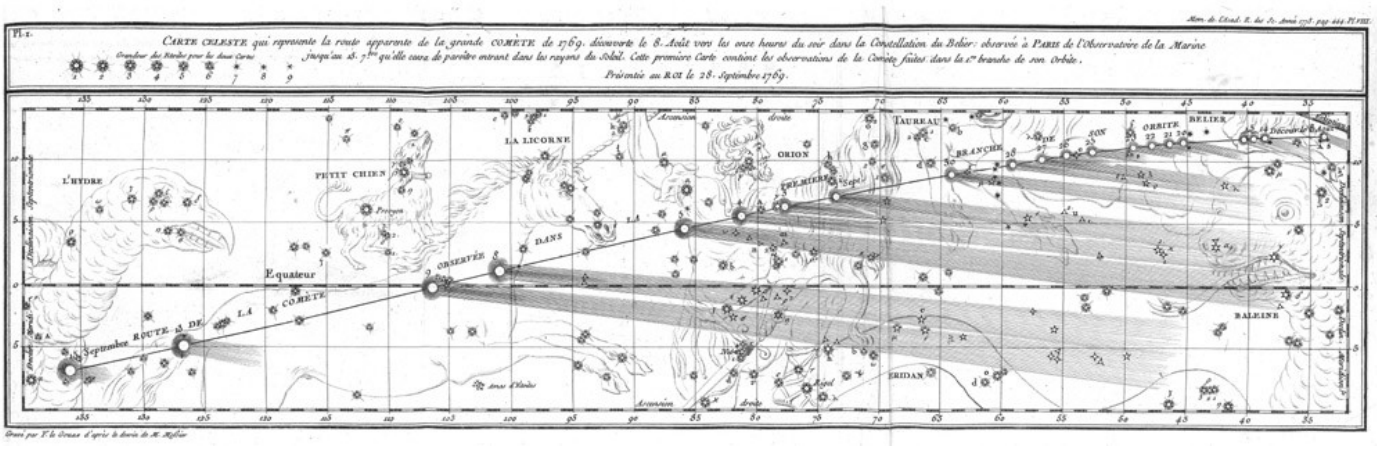


FIG. 10: *Percorso della cometa dal 1769 nei mesi di Agosto-Settembre. Notare nel disegno la lunghezza della coda, la nebulosa di Orione (M42) e l'ammasso aperto nel Monoceros (M50).*

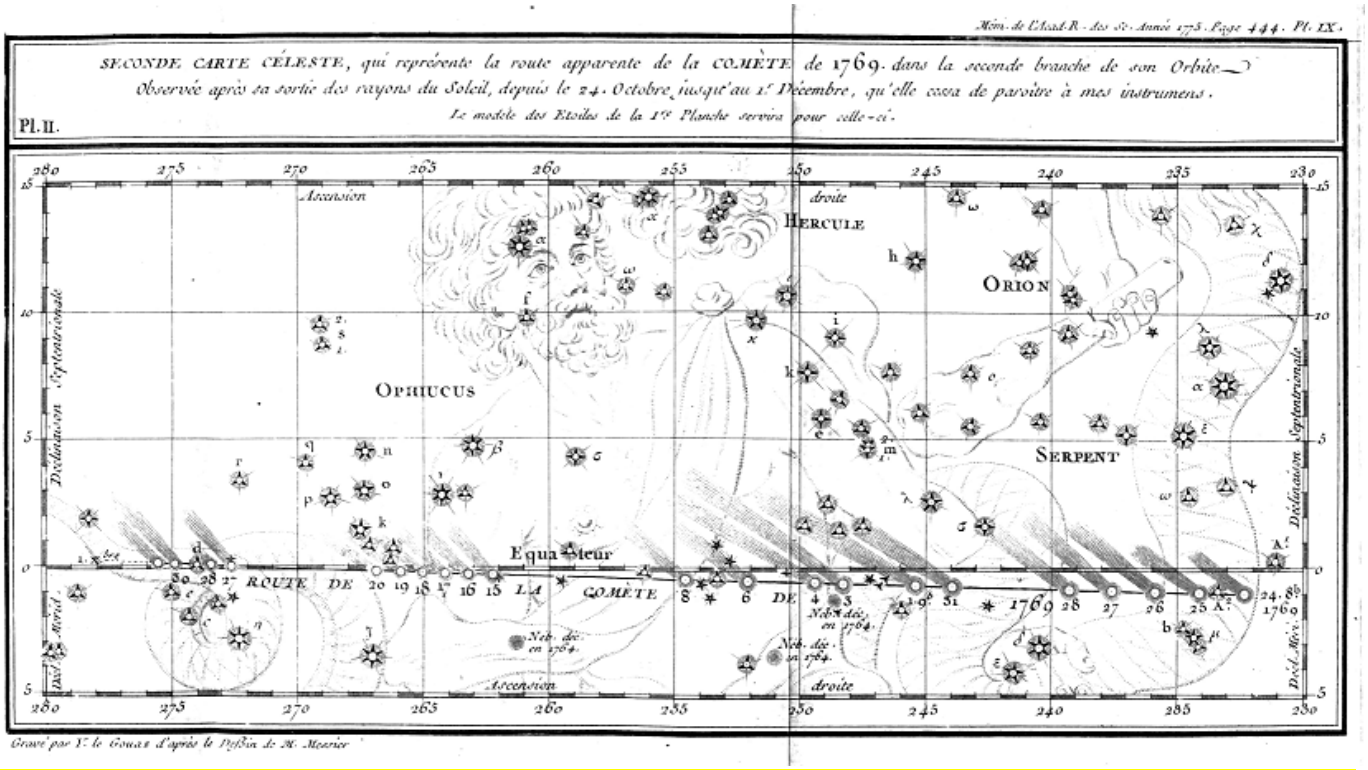


FIG. 11: *Percorso finale della cometa del 1769 nei mesi di Ottobre-Novembre. Notare da destra a sinistra, sotto l'equatore gli ammassi globulari M10, M12, M14 (Neb. Dec en 1764). L'immagini contiene un banale errore; la costellazione riportata in alto a destra non è ORIONE bensì ancora ERCOLE (più precisamente in Bastone di Ercole).*

La cometa percorre successivamente il Toro, Orione, Monoceros (Unicorno), allungando via via la coda, che per Messier raggiunge intorno al 9 settembre 60° di lunghezza (altri osservatori la stimano di 90°) A questo punto diminuisce di luminosità e Messier la segue fino al 15 settembre quando la cometa va verso la congiunzione con il Sole. Messier (preceduto da altri astronomi) la riosserva il 24 ottobre nella costellazione del Serpente (Testa); la coda della cometa si accorcia via via al limite della visione a occhio nudo. Con il telescopio la segue nel passaggio in Ofiuco fino al 30 novembre. Molti altri astronomi osservano la cometa e ne lasciano una memoria: Tra questi Padre Lagrange a Milano, Zanotti a Bologna, Audifreddi a Roma, Pingré (in navigazione tra Canarie e Cadice), Le Gentil a Pondichery (India), Capitan Cook nel Pacifico.

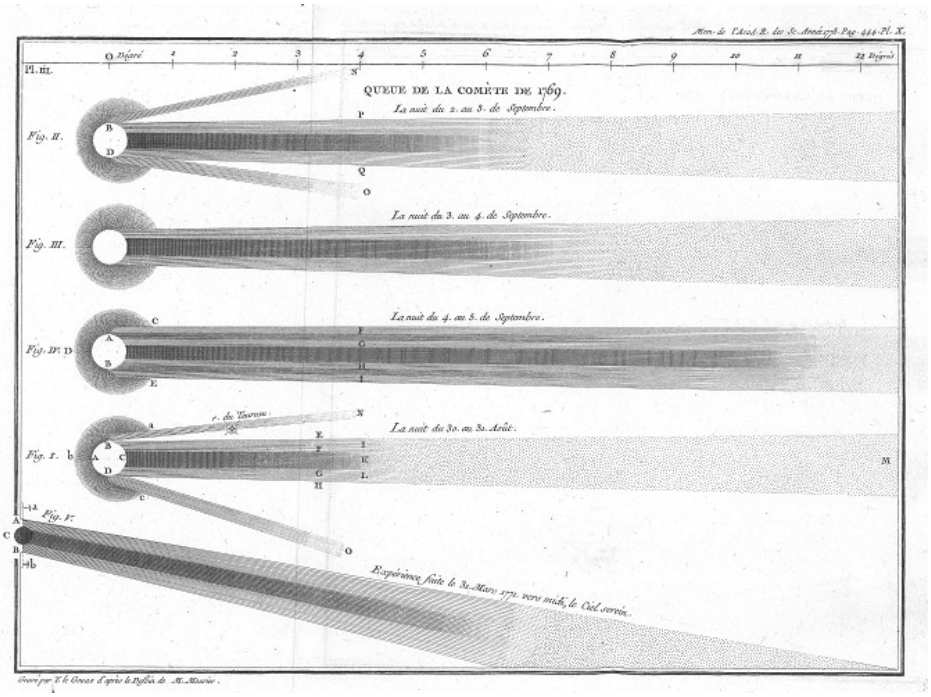
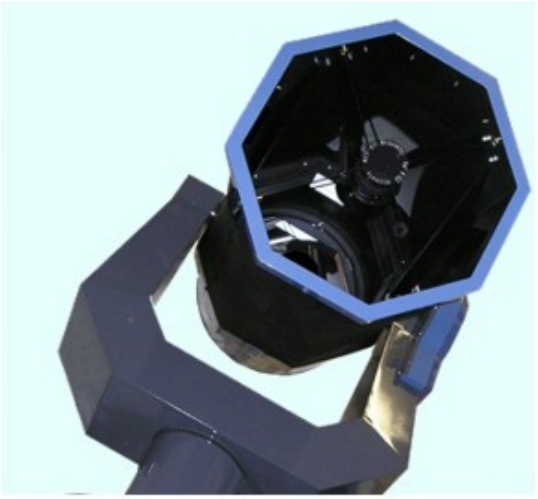
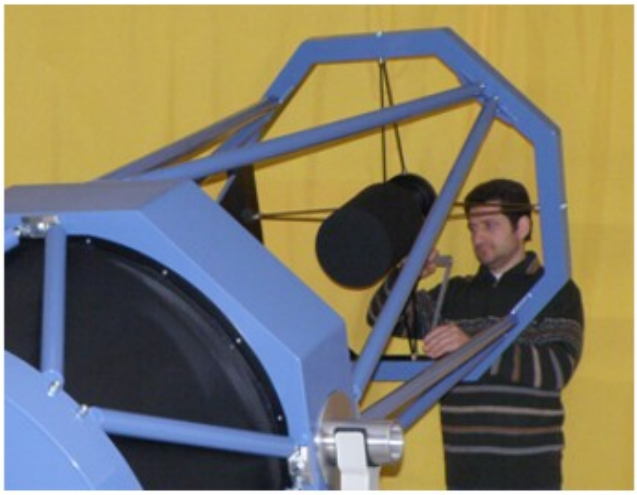
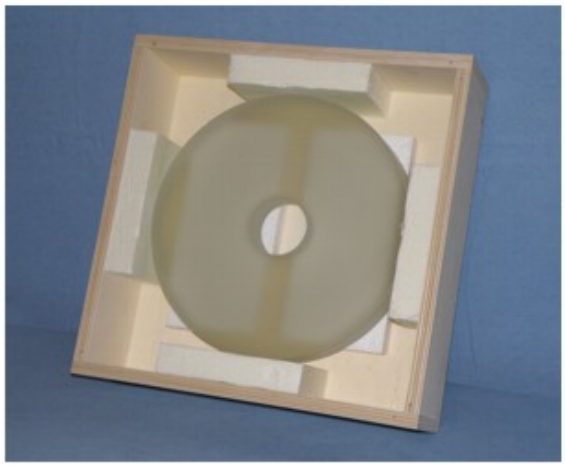


FIG. 12: *Disegni di diverse configurazione della code della cometa del 1769 nella prima parte dell'orbita. Si noti l'estremo dettaglio della rappresentazione, permessa dalla abilità osservativa di Messier.*







www.reginato.it

Via Fantin 121/B 31035 CROCETTA DEL MONTELLO (TV) Italy
tel. ++39 0423 660010 Cell. 3457614983 Fax ++39 0423 660680
email: info@reginato.it

Ecco i Video dell'installazione del telescopio REGINATO di 60 cm all'Osservatorio di Cervarezza (RE):
http://www.youtube.com/watch?v=n-o6CF6RBqA
http://www.youtube.com/watch?v=5HJd2VJdja0

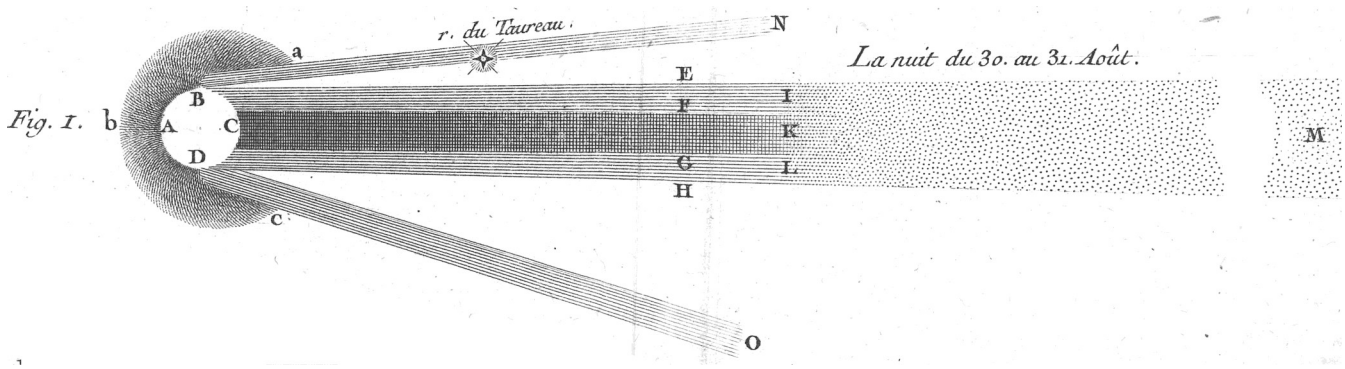


FIG. 13: *Dettaglio della precedente figura 12, con la configurazione nella notte tra i 30 e il 31 agosto. Nella memoria Messier in sintesi scrive: "Nucleo con luce molto viva con contorno un po' sfumato, circondato da una nebulosità eccetto che dalla parte della coda. Questa é divisa in due tratti paralleli da una zona oscura nel mezzo (CK circa 4°) ma poi si riuniscono, con una lunghezza complessiva (CM) di 24°. Due getti separati di circa 4° partono ad angolo sopra e sotto la coda; l'inferiore è più ampio e più inclinato, il superiore copre la stella* **r** *del Toro".*

Messier lascia anche alcuni interessanti disegni della coda della Cometa nella prima parte dell'orbita. Notare come la coda si presenti secondo la descrizione di Messier con raggi luminosi quasi paralleli (figg. 12, 13).

Altra singolarità del comportamento di Messier: il 15 agosto scrive a Federico II, re di Prussia, annunciando la scoperta. Federico gli risponde e poco dopo lo nomina *associato straniero* dell'Accademia di Berlino.

Per sdebitarsi Messier, che non fa ancora parte dell'Accademia Reale di Parigi, riserva alle Memorie dell'Accademia di Berlino la pubblicazione integrale per il 1769 delle sue posizioni della cometa.

La congiunzione dei Pianeti nel Leone il 4 ottobre 1801

Grazie ai moderni planetari, software di simulazione astronomica, è possibile verificare la precisione delle affermazioni di Messier. In effetti in tale data alle 5:30 del mattino il cielo si presentava come illustrato nella fig. 14 (**nota 10**).

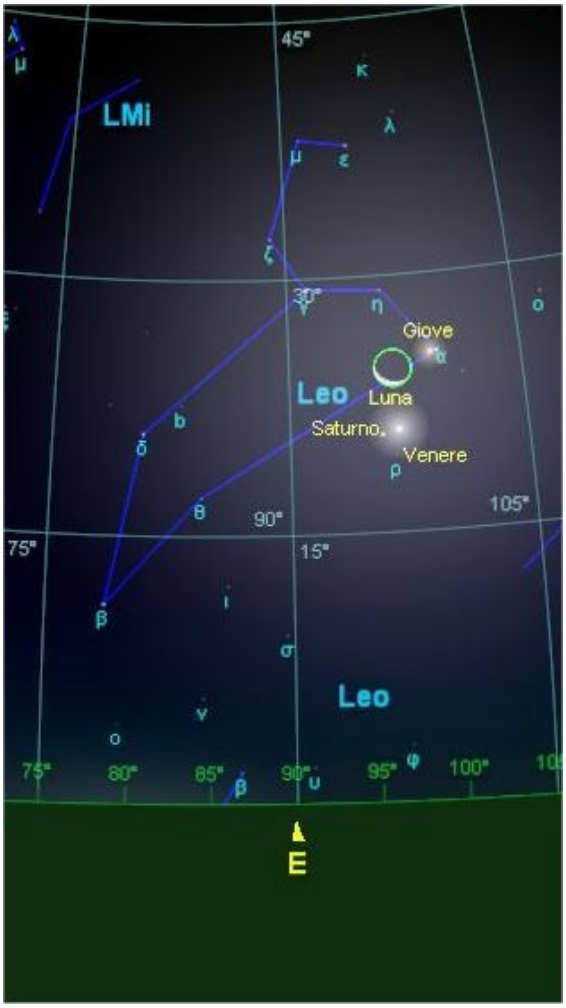
La Costellazione del Leone è abbastanza alta nel cielo (Regolo è 25° sull'orizzonte) verso EST. La Luna, appena prima del Novilunio (età 25 giorni), non disturba molto l'osservazione. Giove è vicinissimo a Regolo, Saturno e Venere formano uno splendido doppietto.

E' evidente che una tale congiunzione astrale, non molto frequente, non passò inosservata, ma addirittura dire che sarebbe stata associata nei secoli ai *preliminari di Pace* e a Napoleone, mi sembra un poco eccessivo. In effetti i preliminari e Napoleone sono ricordati in tutti i testi storici, mentre della congiunzione si è perduta la memoria! Si veda la voce della Treccani: http://www.treccani.it/enciclopedia/napoleone-i/.

FIG. 14: *Simulazione del cielo di Parigi il 4 ottobre 1801 alle ore 5:30 del Mattino.*

La cometa del 1811-1812

La cometa (C/1811 F1) fu scoperta da Fleugengues il 25 Marzo 1811 a Viviers nella costellazione Argo Navis (la posizione della scoperta si trova attualmente nella Pop-



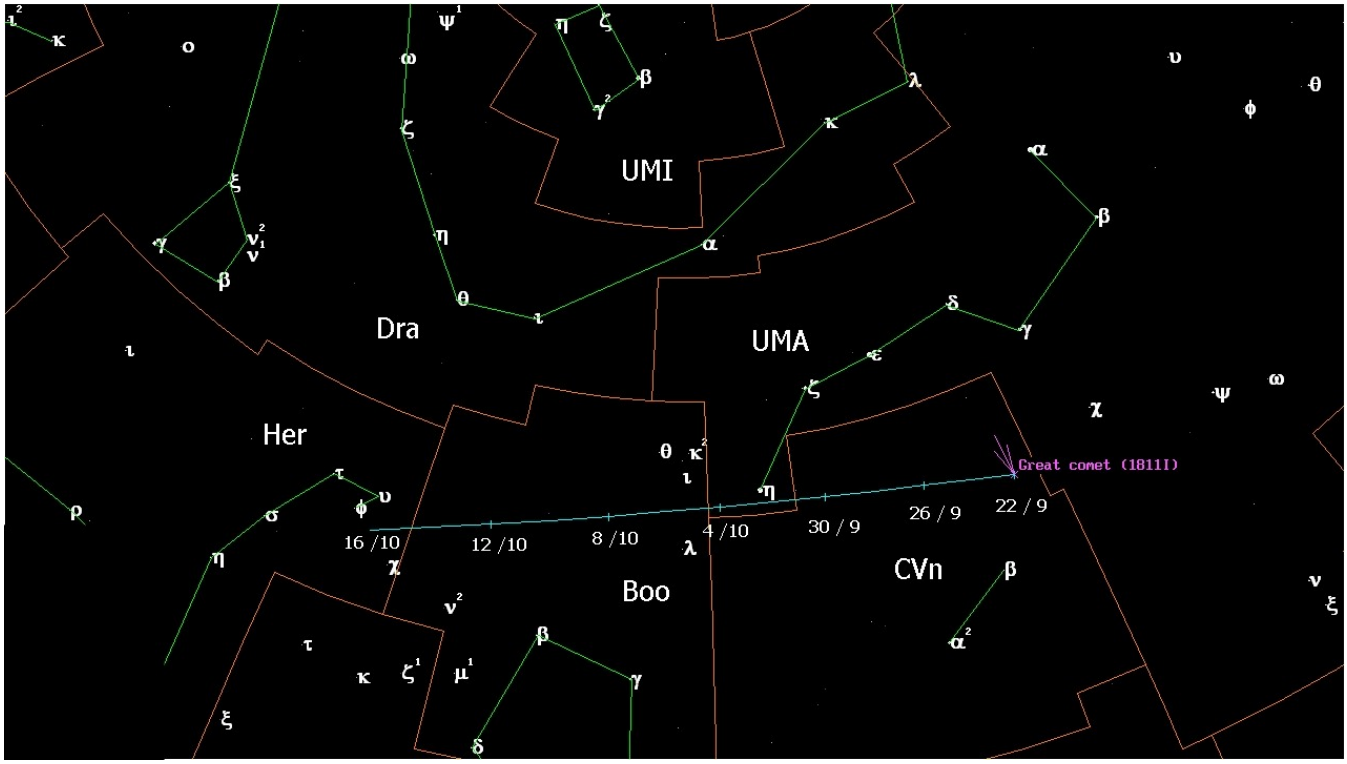


FIG. 15: *Percorso della cometa del 1811 in cielo nei mesi di Settembre – ottobre 1811, Ottenuto con GUIDE 7 , sviluppato da Project Pluto, www.projectpluto.com/*

pa, una delle tre costellazioni in cui è stata divisa la Argo Navis). Diventa visibile ad occhio nudo in Aprile e Maggio mentre muove verso Nord. Successivamente l'elongazione dal Sole diminuisce, rendendola quasi invisibile fino a fine Agosto. Diventata allora un oggetto serale e da metà settembre a fine ottobre si sposta tra il Leone Minore, Orsa Maggiore, Canes Venatici, Bootes ed Ercole. Raggiunge il 3 ottobre la massima declinazione (49°N) e presenta due code. Il 15 ottobre Herschel dice che la coda è lunga 23 gradi, 6,5° in larghezza a metà coda e raggiunge β Dra, altri parlano di una lunghezza di 20°, il 30 ottobre raggiunge la massima elongazione dal Sole (67°).

Superato Ercole la cometa vira verso sud ed il 15 novembre entra in Aquila, sfiora il 3 dicembre Altair; sempre più diminuendo la sua elongazione dal Sole, passa in Aquario e cessa di essere visibile.

Due osservatori (Ferrer a Cuba e Wisniewskj in Russia) osservano telescopicamente la cometa nel 1812, in Luglio e Agosto (fino al 17).

Torniamo al testo di Tolstoj: questo grande scrittore non ci dice quando Pierre osserva la cometa. Noi cercheremo di capire quando l'osservazione avviene. Innanzitutto, l'autore colloca l'episodio *in una notte gelida e chiara* con la cometa ben visibile.

Questo mi porta a supporre che il periodo sia tra inizio e fine ottobre 1811.

In quei giorni a Mosca la cometa è un oggetto serale, che si presenta verso Nord-Ovest, alle 20:00 (fine del crepuscolo) ad un'altezza di circa 35° sull'orizzonte, che scendono a 30° verso le 21:30 della sera, ma in discesa (la cometa è circumpolare).

Tolstoj, nato nel 1828, aveva sicuramente osservato la cometa Donati del 1858, che in ottobre si presentava in condizioni di visibilità abbastanza simili anche se la coda era più lunga e più luminosa. É probabile che nella sua descrizione ne sia stato influenzato. Dal punto di vista astronomico è esatta l'affermazione "*secondo una linea parabolica*" perché la cometa 1811 è stata una cometa di questo tipo.

Avrei voluto validare anche l'altra affermazione di Tolstoj "*All'entrata della piazza di Arbàt un enorme spazio di cielo stellato ..... Quasi a metà di quel cielo, sopra il corso Precístenskij..... c'era l'enorme luminosa cometa del 1812*"; purtroppo non sono riuscito a identificare i due luoghi su mappe di Mosca sia dell'800 che moderne per poter verificare che la visuale fosse effettivamente verso Nord-Ovest.

La cometa del 1821

Scoperta indipendentemente da Nicollet e Pons il 21 gennaio 1821, Diventa visibile ad occhio nudo per poco tempo a Febbraio, va in congiunzione con il Sole a metà Marzo. Quando esce dal chiarore solare, a fine Marzo -

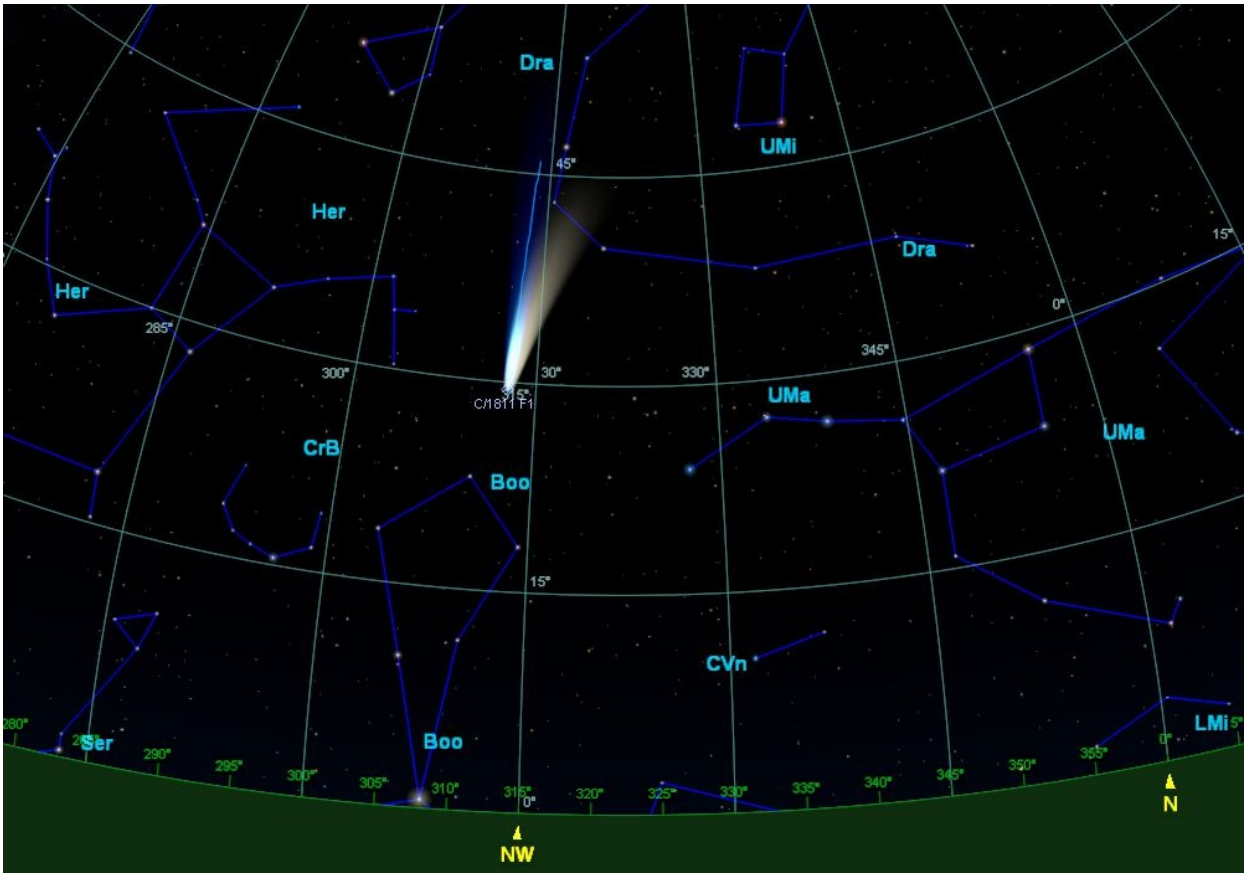


FIG. 16: *Simulazione del cielo osservabile a Mosca l'11 ottobre 1811 alle ore 21:20, con la posizione della cometa, ottenuta con* ***Perseus*****.**

primi di Aprile è visibile solo nell'emisfero Sud come oggetto serale verso Ovest.

Quindi al racconto del dottore di Napoleone vi é evidentemente qualcosa di errato se i domestici affermano di averla vista a oriente.

NOTE

Nota 1: "I baricentri dei triangoli equilateri, costruiti esternamente sui lati di un triangolo qualsiasi, formano un triangolo equilatero". Si ritiene che l'intuizione di questo risultato sia realmente attribuibile a Napoleone Bonaparte,

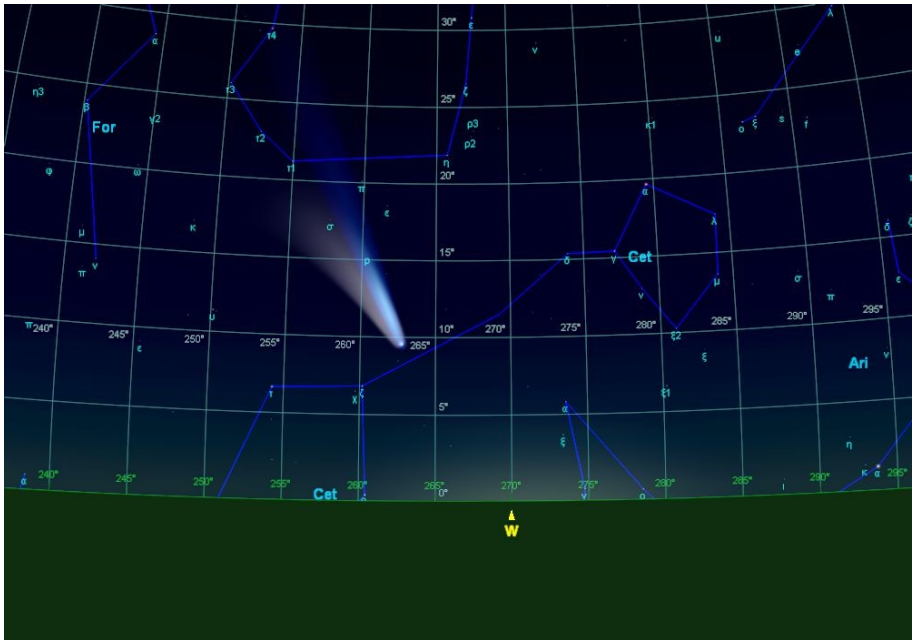


FIG. 17*: Simulazione del cielo dell'Isole dell'Ascensione il 1° aprile1821 alle ore 19:10. La cometa sta tramontando subito dopo il Sole, ma è visibile in un orizzonte a livello del mare. Ottenuto con* ***Perseus*****.**

FIG. 18: *Stampa satirica della cometa del 1821.*

sebbene egli stesso abbia proposto il teorema a Joseph-Louis Lagrange per la dimostrazione. La prima pubblicazione che menziona questa proprietà è del 1825.

Nota 2: La campagna iniziò con l'attraversamento del Niemen (24 e 25 giugno 1812) ebbe i momenti salienti nella battaglia di Borodino (7 settembre), nell'occupazione (11 settembre) e nell'incendio (16-18 settembre) di Mosca, nella ritirata dalla città (19 ottobre) e si concluse praticamente con il disastro della Beresina (22 novembre).

Nota 3: Confronta: Kronk, *Cometography, vol II°*, 19, Cambrige, 2003.

Nota 4: Lev Toltoj, Guerra e Pace, vol. I° libro secondo, parte quinta, Capitolo XXII, pagg. 692, Einaudi 1956, traduzione di Enrichetta Carafa d'Adria.

Nota 5: A riguardo di questa cometa è da notare come anche Guillemin affermi che ancora a metà '800 molte persone la ritenevano il presagio dell'era delle guerre che avevano insanguinato la fine del XVII e l'inizio del XIX secolo, A.Guillemin, *Les Comets*, Parigi, 1875, pag.30.

Nota 6: *Derniers Momens du Napoleon ou complément du Mémoriale,* Vol II°, pag. 78-79, Docteur F. Antommarchi, Bruxelles, 1825.

Nota 7: In Histoire de L'Académie Royale des sciences Année 1775 (avec les Mémoires de Mathématique & de Physique) , pagg. 392- 444, Parigi, 1778. Scaricabile dal sito http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3574z.image .

Nota 8: http://web.infinito.it/utenti/c/caglieris_gm/ voce del Sommario_ Messier, le sue comete e altro.

Nota 9: Data della nascita di Napoleone.

Nota 10: Ottenuto con Perseus, software di simulazione astronomica sviluppato da Riccio Filippo (http://www.perseus.it/it/ilsoftware.php).

Bibliografia

Il testo fondamentale per la conoscenza delle comete citate nell'articolo è:

Gary W. Kronk, *Cometography*, Vol. I° Cambridge, 1999, Vol.II° Cambridge 2003

Per la cometa del 1769 si vedano anche i due storici volumi:

M. Pingre, *Cométographie, ou Traité Historique et Thèorique des Comètes*, Parigi 1783

Come testi generali sulle comete ritengo ancora validi:

Donald K. Yeomas, *Comets*, New York e altre, 1991-
FredL.Whipple, *Il Mistero delle Comete*, 1985, 1991 (edizione italiana)

Un testo divulgativo dell'800, con splendide litografie, é il citato:

A. Guillemin, *Les Comètes*, Parigi, 1875

Giovanni Maria Caglieris (per tutti Giangi), laureato in Fisica , si è occupato a vari livelli in IBM e altrove di Informatica Gestionale per Aziende di Produzione ed è attualmente in pensione. Pratica Astronomia Osservativa da oltre 25 anni; socio del Circolo Astrofili di Milano si dedica molto alla divulgazione astronomica con conferenze e interventi in manifestazioni pubbliche. Appassionato di Storia (dell'800 e 900 in particolare) sta approfondendo aspetti di Storia dell'Astronomia nel 1700, con particolare riferimento all'attività di Messier. Altra sua passione sono gli Atlanti Stellari Storici e sul suo sito WEB ha realizzato un Portale per accedere a molti di questi presenti su Internet. E' innamorato delle sue montagne (il Monviso e le Alpi Cozie) che frequenta quasi esclusivamente d'estate con escursioni e facili scalate.

MODELLI MATEMATICI PER LA MAPPATURA E LA CORREZIONE DEGLI ERRORI DI PUNTAMENTO DEL TELESCOPIO

Studio e determinazione delle proprietà di una montatura per descriverne il comportamento, ottenere *feed-back*, modificare e controllare opportunamente l'ingresso del sistema di puntamento di un telescopio

Mario Dho
dhomario@alice.it

Abstract

The collection of items specifically designed, manufactured and assembled to support a group with optical correction, sampling and revelation apparatus is technically defined the mount.

The latter should fulfil the task of aiming the OTA (Optical Tube Assemblies) on a celestial coordinate keeping it in this position through one or more compensating movements of the Earth's rotation.

There are altazimuth and equatorial mounts. The first ones have two axes, perpendicular to each other, around which the instrument can rotate; the second ones have one oriented to the polar axis of the Earth.

In planning and managerial scope, a mount can be thought of as a controller system, i.e., a complex composed of x number of components subject to positional variations, that are not only the result of originally given commands, but also of variables.

The behavior of the mount is scanned by a "function controller" that analyzes signals and variables in-bound and outbound, allowing to create a mathematical model by which regulators and actuators generate "intelligent" input able to compensate all losses resulting from determinable failures and errors (bending, twists, non orthogonal axes, inaccuracies of assembling and working, etc.).

Let's see a practical example of how we can significantly improve the performance of a telescope mount in fixed location using controllers, regulators and actuators (software/hardware) even of a certain complexity.

L'insieme di elementi specificamente progettati, realizzati e assemblati per sostenere un gruppo ottico con annessi apparati di correzione, campionatura e rivelazione è, tecnicamente, definito montatura.

Quest'ultima deve assolvere il compito di puntare l'OTA (*Optical Tube Assemblies*) su una coordinata celeste, mantenendolo in questa posizione, attraverso uno o più movimenti di compensazione della rotazione terrestre.

Si identificano montature altazimutali e montature equatoriali. Le prime hanno due assi, ortogonali fra loro, intorno ai quali può ruotare lo strumento, le seconde ne hanno uno, orientato parallelamente all'asse polare della Terra. In ambito progettuale e gestionale, una montatura può essere immaginata come un sistema controllato, ossia un complesso composto di un numero x di costituenti, soggetti a variazioni posizionali che non sono solamente il risultato di comandi originari impartiti ma, anche, di variabili. Il comportamento della montatura è esplorato da un "controllore di funzione" che analizza i segnali e le variabili, in ingresso e in uscita, permettendo di realizzare un modello matematico attraverso il quale regolatori e attuatori generano *input* "intelligenti", capaci di compensare tutti gli errori riconducibili e determinabili (flessioni, torsioni, non ortogonalità degli assi, imprecisioni di assemblaggio e di lavorazione, ecc.).

Esempio di miglioramento delle prestazioni di una montatura

Vediamo un esempio pratico di come si possano sensibilmente migliorare le performance della montatura di

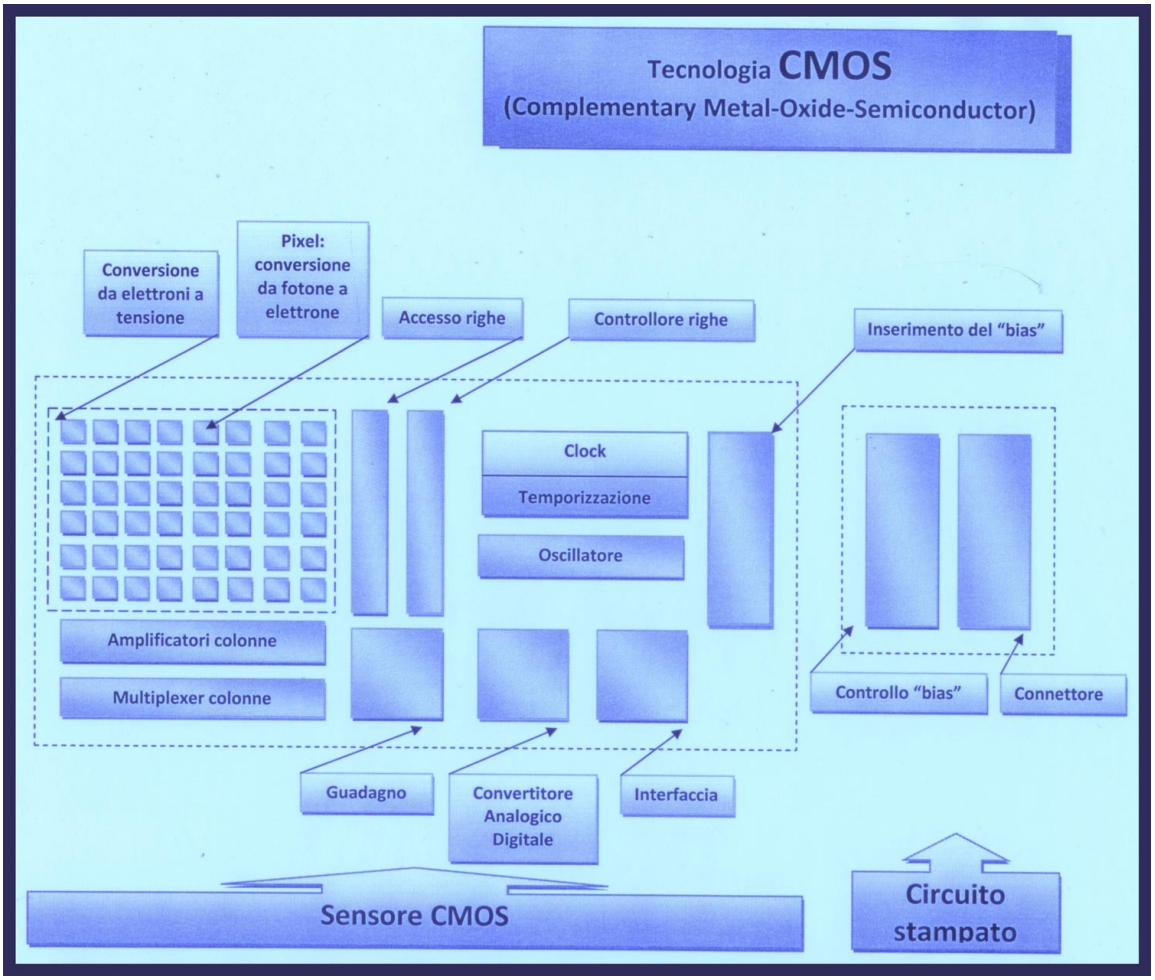


FIG. 1: *Schema a blocchi degli hardware a tecnologia CMOS*

un telescopio in postazione fissa servendosi di controllori, regolatori e attuatori (software/hardware) di una certa complessità. Le funzioni principali di un telescopio, strumento da intendersi come un sistema multiplo costituito da più insiemi, sono le seguenti:

- *Pointing* (Posizionarsi su coordinate prestabilite)
- *Tracking* (Mantenere la posizione compensando il moto di rotazione terrestre)
- Raccogliere il maggior numero di fotoni in relazione alle dimensioni dell'obiettivo
- Formare le immagini sul piano focale

In ambito professionale e amatoriale avanzato, il sistema telescopio deve mettere nelle migliori condizioni d'impiego un dispositivo il quale, investito da un fascio di luce, innesca una reazione chimica (fotografia classica su pellicola) oppure genera un segnale elettrico attraverso un hardware dotato di opportuni sensori digitali. Questi ultimi, che hanno quasi interamente soppiantato e sostituito la pellicola fotografica, sono costituiti da matrici di pixel capaci di estirpare elettroni (particelle cariche) quando investiti da fotoni.

Attraverso tre processi di "conversione" (fotone > elettrone, elettrone > tensione, tensione "analogica" > segnale digitale) si ottiene un'immagine astronomica tanto più ricca d'informazioni quanto più preciso e funzionale è il telescopio.

Le due tecnologie di rivelazione digitale più diffuse sono la CCD (*Charge Coupled Devices*) e la CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*), (fig. 1).

Da un punto di vista realizzativo, i CMOS sono più complessi, ragion per cui il loro sviluppo e impiego è andato più a rilento rispetto a quello dei CCD, nonostante che entrambi siano stati inventati nello stesso decennio: nel 1967 il CMOS, ad opera dell'americano Wanlass; e nel 1969, per merito di Boyle e Smith (A&T Bell Labs), per i più diffusi CCD, (fig. 2).

Un tipico *setup* per l'acquisizione d'immagini digitali astronomiche prevede, oltre alle strutture accessorie/complementari e a software specifici (vedere la serie di articoli dello scrivente pubblicati sui numeri 14, 15, 16 e 17 di Astronomia Nova), svariati elementi che vanno a realizzare un vero e proprio sistema tecnologico:

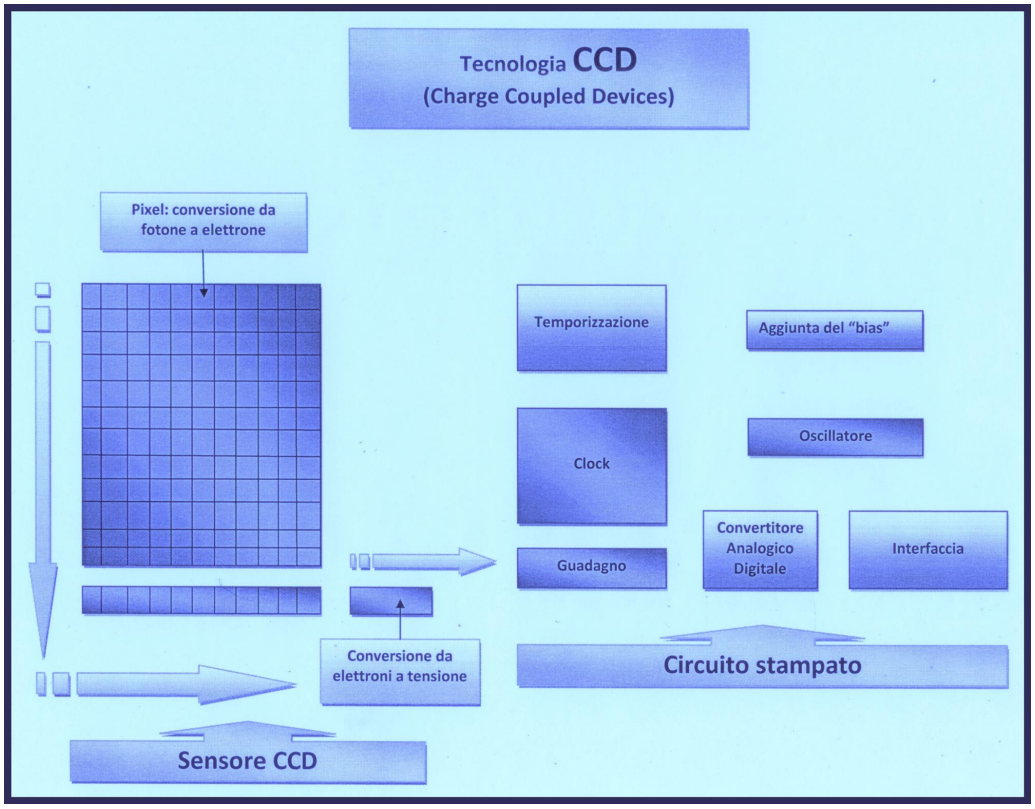


Fig. 2: *Schema a blocchi degli hardware a tecnologia CCD. Appare evidente la differenza elettronica rispetto alla tecnologia CMOS e un, derivante, più complesso circuito di lettura*

- Montatura
- Tubo ottico principale
- Camera (CCD o CMOS) di ripresa principale
- Tubo ottico di guida
- Camera per l'autoguida
- Fuocheggiatore
- Personal Computer
- Alimentatori vari
- Convertitori USB/COM
- *Hub* USB a porte multiple

Alla base dello schema funzionale si colloca la montatura ovvero il costituente necessario per sostenere, muovere e puntare l'insieme di strumenti e accessori predisposti per l'ottenimento del risultato finale: i frame di calibrazione e di luce (fig. 3).

Pointing e *tracking* si diversificano per il range di velocità e per le conseguenti differenti bande di autofrequenza; sono medesimi, invece, i sistemi di *feedback* e i

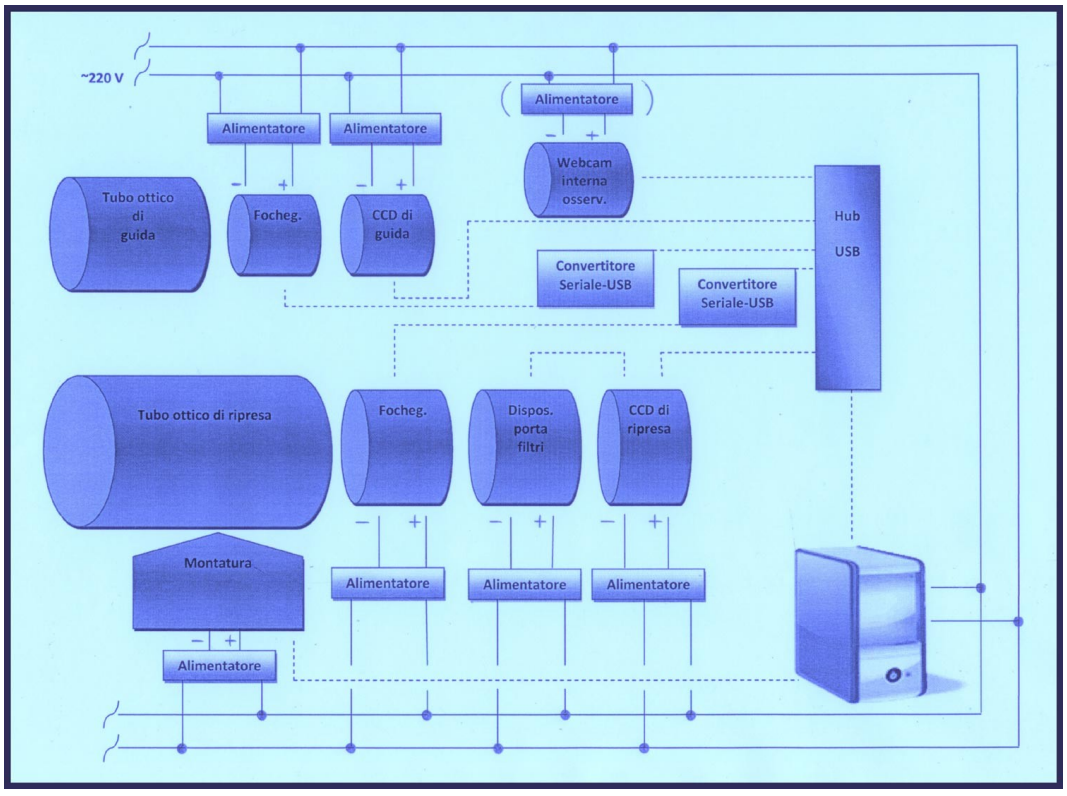


FIG. 3: *Raffigurazione schematica di un tipico setup avanzato per l'acquisizione d'immagini digitali.*

controllori di velocità e posizione. Il passaggio dal moto di *pointing* a quello di *tracking* (in prossimità della posizione astrometrica dell'oggetto puntato) genera, a seconda dei valori motori, delle masse in movimento e del loro eventuale sbilanciamento non correggibile, oscillazioni più o meno accentuate intorno alla posizione teorica del target. Un *downtime* osservativo che prevede tempi di *delay* da impostare per evitare mossi. In pratica, occorre inviare il segnale *input* di apertura dell'otturatore (della camera CCD o della fotocamera DSLR) solo a telescopio fermo e stabilizzato.
In molti casi, i movimenti della montatura, per mezzo di un *bridge* meccanico, sono linkati e sincronizzati con quelli del sistema di copertura. Sensori di posizione e di movimento consentono allo strumento ottico di mantenere il campo visivo e al telescopio intero di essere protetto da agenti perturbatori esterni quali, ad esempio, il vento o le luci parassite. E' indispensabile quantificare l'estensione temporale necessaria affinché l'intero sistema di ripresa delle immagini non sia più sottoposto a vibrazioni generate da questo sincronismo e da spostamenti di masse d'aria.
Il *pointing*, considerando le esigue dimensioni del campo inquadrato (vedi box con formule esplicative), è un'operazione che deve essere svolta con la maggior precisione possibile e che deve scontrarsi con una serie di difficoltà pratiche derivanti dai cosiddetti errori di puntamento. In virtù di questi ultimi, in condizioni di partenza, prima di aver eseguito mappature e costruito modelli matematici di correzione, la posizione assunta dal telescopio dopo un *Go To* non è mai quella comandata/impartita dall'operatore. La differenza, **Δ**, fra la coordinata effettivamente al centro dell'area fotosensibile del sensore di ripresa e quella teorica corretta, è definita errore di puntamento o residuo ed è scomponibile in due componenti **Δ AR** e **Δ Dec**., (fig. 4).
Per definizione si distinguono due categorie di errori di puntamento:
- Errori di tipo sistematico o ripetibili
- Errori di tipo non sistematico o casuali

I secondi non hanno una dipendenza temporale prevedibile poiché sono generati, ad esempio, dalla forza e dalla direzione del vento, o dalla variazione di temperatura che induce processi di dilatazione termica lineari e volumici in funzione dei coefficienti λ e α propri dei materiali che costituiscono il sistema montatura e, più in generale, il sistema telescopio. La non "costante ripetitività" degli errori non sistematici ne impedisce la previsione e la quantificazione per cui, a priori, è impossibile tentare di compensarli.
L'effetto degli errori sistematici, invece, è prevedibile e non varia nel tempo, per cui si possono misurare e correggere con l'ausilio di un opportuno modello matema-

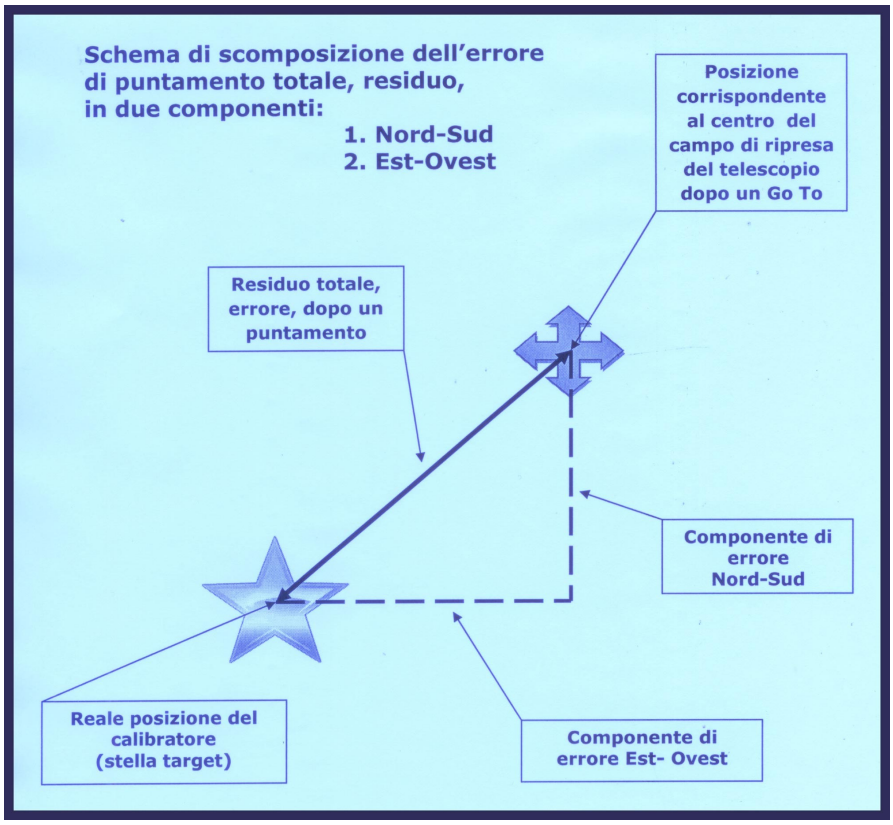


FIG. 4: *Rappresentazione dell'errore di puntamento di un telescopio e scomposizione dello stesso in ΔAR e in ΔDec*

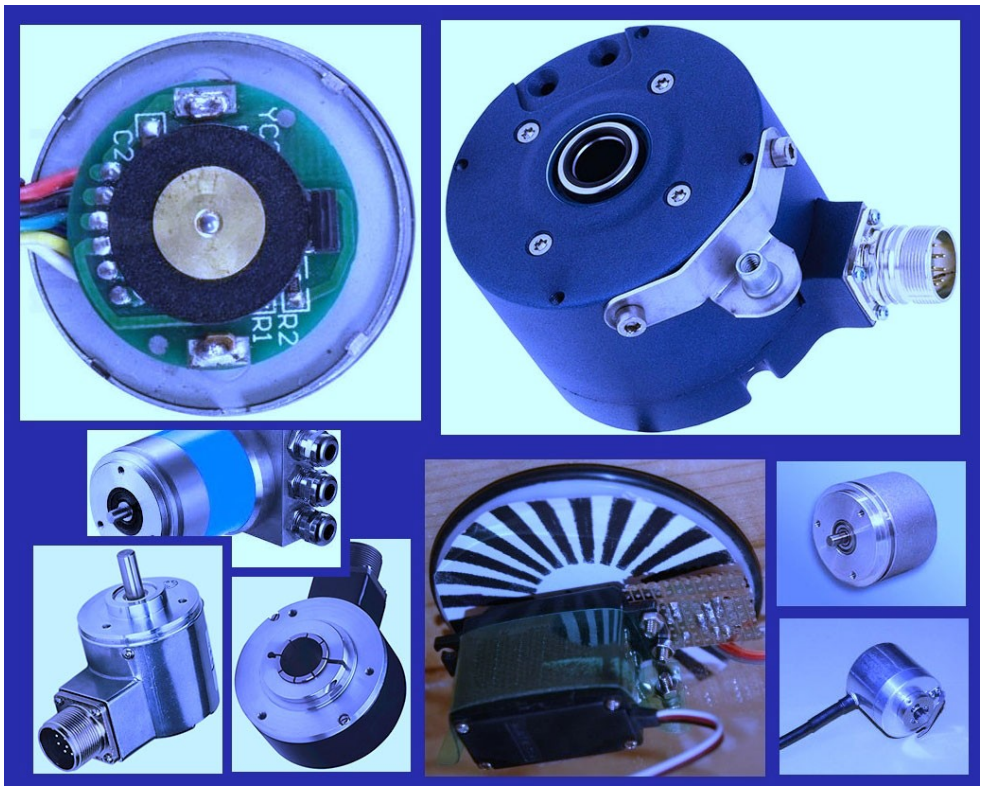


FIG. 5: *Nella tecnologia di costruzione e di controllo dei telescopi, i trasduttori più diffusi sono gli encoder.*

tico realizzato sulla base di un numero *x* di *pointing sequences*, misurazione, comparazione e archiviazione.
Questa campagna di calibrazione del puntamento considera e valuta le varie componenti fisiche che contribuiscono a generare gli errori. Il numero dei calibratori, ossia di stelle usate per il campionamento, deve essere sufficientemente elevato per contare su una buona ridondanza di punti e su un'ottimale distribuzione degli stessi nella volta celeste potenzialmente inquadrabile dal telescopio.
Quanto più strategicamente distribuiti sono i calibratori tanto più precise saranno le correzioni estrapolate dal modello matematico generato e usato per il *pointing*.
I principali errori di *Go To* dipendono dai seguenti fattori:
- Disallineamento polare degli assi del telescopio
- Non ortogonalità/perpendicolarità fra asse di ascensione retta e asse di declinazione
- Non corretto assemblaggio del tubo ottico sulla montatura
- Flessioni meccaniche degli elementi che costituiscono il sistema montatura
- Flessioni del tubo ottico causate da un non corretto bilanciamento delle masse
- Imprecisioni di lavorazione ed eccessiva tolleranza costruttiva degli elementi di trascinamento
- Torsioni meccaniche
- Scollimazioni ottiche
- Shift di lenti e/o di specchi
- Deformazioni termiche degli elementi meccanici e ottici
- Deflessioni dovute alle accelerazioni e alle decelerazioni

La sorveglianza degli elementi che costituiscono l'insieme telescopio coinvolge svariate discipline quali l'ottica (rilevamento e compensazione delle aberrazioni), l'automazione (cinematica, robotica) e l'informatica (programmazione, amministrazione di sistema, archiviazione).
Il controllo retroattivo della montatura, più estesamente del telescopio, prevede la misurazione, con apposito trasduttore, di una grandezza e l'opportuna modifica del comportamento del sistema per opera di attuatori (fig. 5).
Un classico esempio di trasduttore posizionale, impiegato nella tecnologia di controllo dei telescopi, è costituito dall'*encoder*. Trattasi, in sostanza, di un supporto con impiantati tasselli di riferimento, equidistanti fra loro, che sono rivelati e conteggiati da una o più testine di lettura.
In funzione delle loro caratteristiche morfologiche, costruttive e funzionali si distinguono in lineari, circolari, ottico-elettronici, tachimetrici, mono-testina, multi-testina, incrementali, assoluti e misti.
Nel controllo di strumenti professionali e/o di grandi dimensioni, dove è necessario il microfrazionamento dell'angolo giro, è d'obbligo l'impiego di più testine con

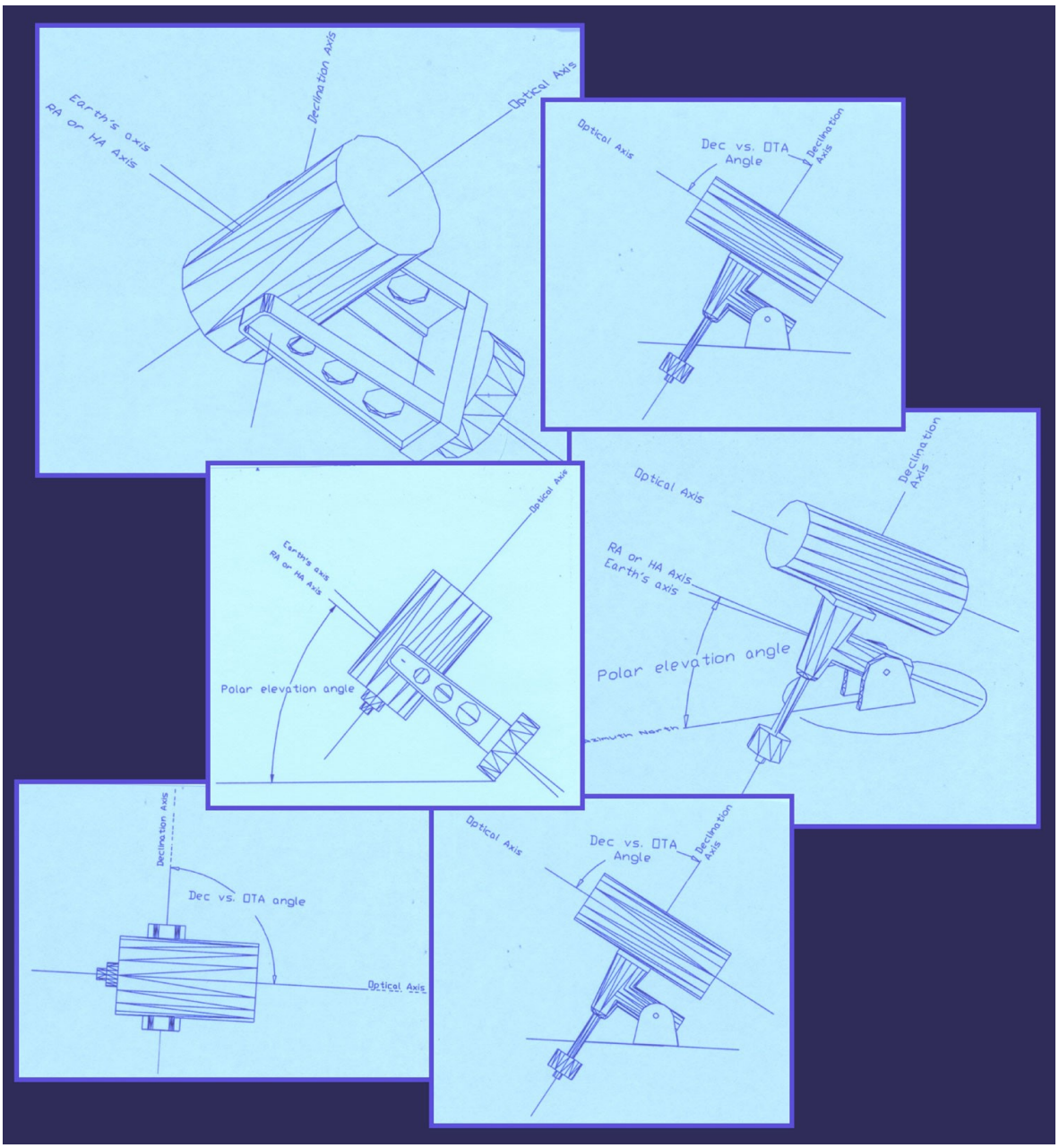


FIG. 6: *Illustrazioni di cause meccaniche, di assemblaggio o di posizionamento che generano alcuni errori sistematici e quindi ripetitivi.*

relativo sistema di mediazione e correzione degli errori sistematici elettronici di lettura.

Il *feedback* risultante cambia in funzione della posizione e della collocazione fisica dell'*encoder*. Il posizionamento ottimale di un trasduttore è quello coassiale che prevede l'accoppiamento diretto fra la ghiera finale dell'asse da controllare e l'*encoder*.

Questo accorgimento consente di conoscere esattamente la posizione di un elemento rotante o, comunque, in movimento a valle dei giochi meccanici riscontrabili nei sistemi di riduzione/trasmissione.

Ogni informazione, relativa a posizione e velocità di un asse del sistema montatura proveniente da un trasduttore, è inviato a una CPU, la quale elabora ed estrapola un modello, in base al quale, invia input ai motori elettrici supportati da un controllore, che confronta *Set Point* e retroazione generando un segnale di controllo in uscita che, attraverso un convertitore, entra nel motore.

Un segnale elettrico, quindi una potenza elettrica, si trasforma così in potenza meccanica, caratterizzata da appropriati e modulati valori di velocità e di coppia necessari per governare il moto di un carico.

Una funzione di comando fa assumere al motore elettrico i comportamenti desiderati per il *tracking*, per il *pointing* o per la derotazione di campo.

Il derotatore, che è da considerare come un vero e proprio asse, è presente nelle montature altazimutali; intorno ad esso ruota (in direzione opposta a quella della rotazione terrestre) il sensore di ripresa.

Anche un ottimo *pointing model* deve essere rivisitato e aggiornato nell'arco della vita operativa di un telescopio per riprendere e correggere gli *offset* posizionali di *Go To* causati, ad esempio, dalle usure meccaniche o dagli assestamenti strumentali del sistema telescopio inteso, come abbiamo in precedenza precisato, come insieme di montatura e tubo ottico. Mappare uno strumento, rilevando gli errori sistematici e andando a calcolare le necessarie integrazioni e i valori correttivi, consente di raggiungere precisioni di puntamento notevoli ma non risolve il problema della rotazione di campo che si genera, durante le esposizioni con tempi d'integrazione lunghi, a causa di un non preciso stazionamento polare (fig. 6). É, pertanto, impensabile eseguire una mappatura di puntamento per il controllo degli assi di una montatura se, prima, non è stata meticolosamente portata a termine la messa in stazione dello strumento. Occorre anche precisare, tuttavia, che può essere utile creare modelli basati su pochi oggetti calibratori in particolari condizioni d'utilizzo del telescopio come, ad esempio, l'osservazione visuale o l'effettuazione di riprese "veloci" da una postazione mobile. In questi casi sono sufficienti modelli/mappature basati su una mezza dozzina di rilevamenti per ottenere *Go To* soddisfacenti. Strumenti di calcolo, anche complessi, modellano imperfezioni meccaniche, costruttive, di stazionamento e di assemblaggio contenendo su valori minimali i *pointing errors*.

Una mappatura manuale prevede un ciclo che ripete, per un numero sufficiente di volte, funzioni base quali: la scelta di un calibratore (stella), il suo puntamento, la ripresa di un'immagine non satura, la registrazione posizionale del centroide della stella sulla griglia-matrice del sensore, il centraggio manuale, la misurazione degli spostamenti in Ascensione Retta e Declinazione che si sono resi necessari, l'archiviazione dei dati rivelati dalle misurazioni posizionali. *Suite* di applicazioni di qualità professionale sono in grado di gestire, in modo del tutto automatico, una sessione di mappatura. In questo caso, ovviamente, viene meno l'intervento umano nella fase di centraggio manuale dell'astro calibratore. Il programma, in modo del tutto indipendente e robotico, sceglie la distribuzione ottimale dei *target*, a impartire i comandi di *Go To*, a eseguire le riprese digitali, a confrontare i frame con un catalogo stellare, a misurare i residui, a registrarli e a creare un modello che ricostruisce gli errori sistematici-ripetibili tipici di un particolare insieme di elementi definito telescopio (fig. 7).

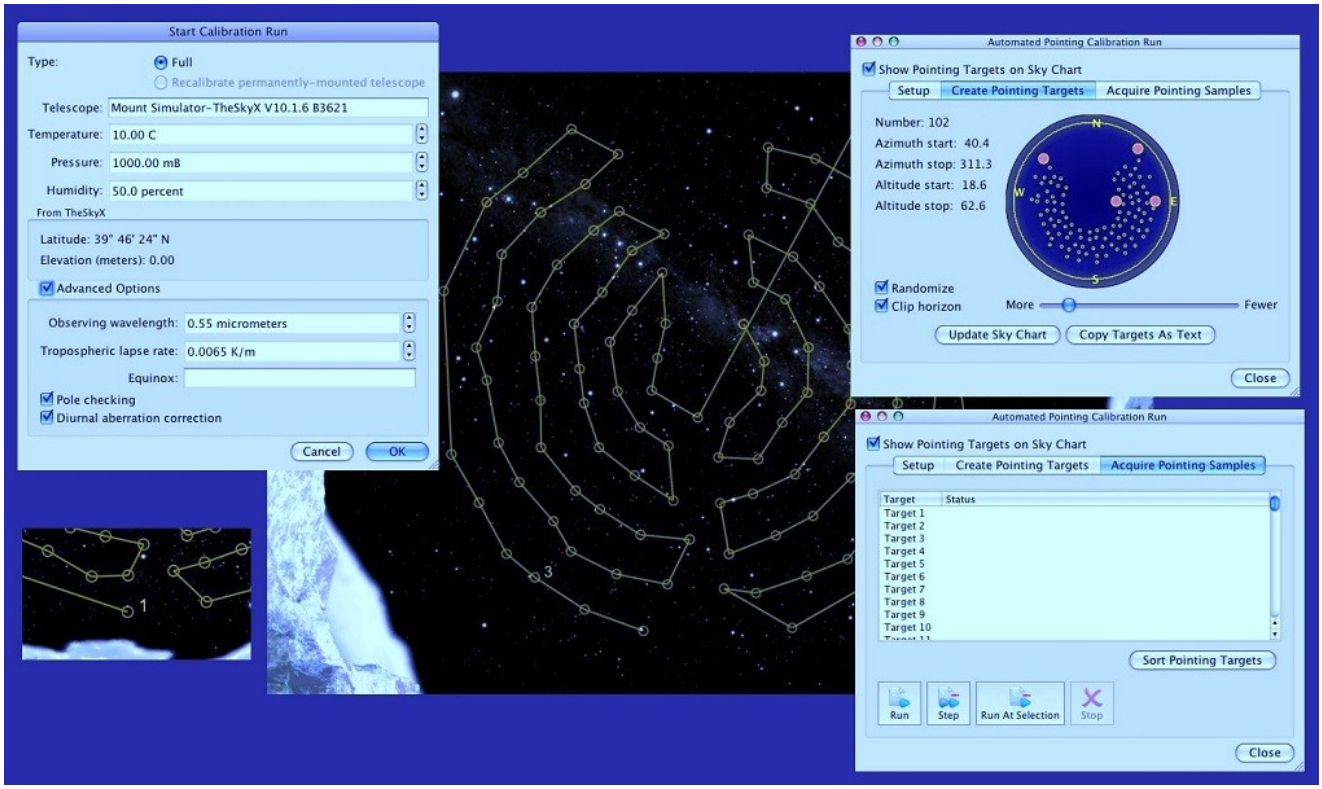


FIG. 7: *Composizione di alcuni* screen shot *che ritraggono fasi di mappatura automatica con una* suite *di programmi distribuiti dalla* Software Bisque.

Ci proponiamo di approfondire l'argomento in questione facendolo oggetto di un prossimo articolo che fungerà, anche, da complemento a quanto sino ad ora pubblicato in fatto di automazione e robotica sulla *webzine* Astronomia Nova.

L'osservatorio robotizzato dell'Autore, in provincia di Cuneo.

Box di formule

Il campo, **C**, inquadrato da una matrice di elementi fotosensibili, di dimensioni fisiche **m** e **n**, pixel con lati $\mathbf{l_x}$ - $\mathbf{l_y}$, abbinata a un sistema ottico con focale equivalente **F**, si ricava dalla formula:

$\mathbf{C_x}$ = (**206.265** : **F**) x **m**
$\mathbf{C_y}$ = (**206.265** : **F**) x **n**

Il valore ricavato di **C** è espresso in secondi d'arco ("), **F** e **l** in millimetri (mm); **206.265** - per la precisione 206.264,8 - rappresenta il numero di secondi d'arco in un radiante (rad).
La risoluzione **R**, espressa in secondi d'arco, per l'insieme di cui sopra è la seguente:

$\mathbf{R_x}$ = (**206.265 : F**) x $\mathbf{l_x}$
$\mathbf{R_y}$ = (**206.265 : F**) x $\mathbf{l_y}$

Nel caso, di pixel quadrati i valori $\mathbf{R_x}$ e $\mathbf{R_y}$ coincidono.
Il radiante (**rad**) può essere definito come l'angolo **α** sotteso dall'arco **b** di una circonferenza avente estensione uguale al raggio **r** della stessa.

I video di **Mario Dho** sul canale Youtube di EAN:

https://www.youtube.com/watch?v=CgMLLDgWJjI
https://www.youtube.com/watch?v=QXxb30aUIzI
https://www.youtube.com/watch?v=llZ1bs9enzw

Nel caso, di pixel quadrati i valori $\mathbf{R_x}$ e $\mathbf{R_y}$ coincidono.
Il radiante (**rad**) può essere definito come l'angolo **α** sotteso dall'arco **b** di una circonferenza avente estensione uguale al raggio **r** della stessa.

$$\alpha_{rad} = \mathbf{b} : \mathbf{r}$$

una circonferenza comprende 2π **rad**
ci sono **360**/2π = 57,2958 gradi in un radiante
ci sono 21.600/2π = 3.437,74 minuti d'arco in un radiante
ci sono 1.296.000/2π = 206.264,8 (**206.265**) secondi d'arco in un radiante

Il numero/valore **360** è "arbitrario" e costituisce un'eredità della matematica babilonese che si strutturava su base 60.

***Mario Dho**, technician and industrial expert, first responsible for the Section Instruments of the Unione Astrofili Italiani, UAI, and the project "CCD-UAI".*
Author of a technical manual, with a foreword by Margherita Hack, mainly designed to the automation and remote controlling of astronomical observatories, and of several technical articles published by Italian scientific and cultural magazines.
Tester of software and application modules developed for the automatic control of astronomical instruments.

Mario Dho, perito capotecnico industriale, primo responsabile della Sezione Strumentazione dell'Unione Astrofili Italiani, UAI, e del progetto "CCD-UAI".
Autore di un manuale tecnico, con introduzione di Margherita Hack, dedicato principalmente all'automazione e al controllo remoto delle osservazioni astronomiche, e di numerosi articoli tecnici pubblicati da riviste di scienza e cultura italiane. Tester di software e moduli applicativi sviluppati per il controllo automatico di strumenti astronomici.

ISTITUTO PIO XII

CENTRO DI **CURA** E **RIABILITAZIONE** DELL'**ASMA INFANTILE**

L'**Istituto Pio XII ONLUS** – CONVENZIONATO CON IL SISTEMA SANITARIO NAZIONALE – si trova a Misurina (vicino a Cortina d'Ampezzo) a 1756 metri di altitudine.

La permanenza a Misurina per il bambino asmatico riduce la necessità del trattamento farmacologico grazie alle condizioni climatiche favorevoli (scarsa umidità, quasi totale assenza di allergeni, ricchezza di radiazioni ultraviolette, ecc.).

Nell'Istituto vengono eseguiti i principali esami per la valutazione della funzione respiratoria, per la diagnostica allergologica, per l'infiammazione delle vie aeree e per la valutazione di eventuali patologie associate.

DIRETTORE SANITARIO: *Dr. Vincenzo Ragazzo*

COSA CURIAMO
- Asma
- Allergopatie respiratorie (rinocongiuntivite allergica)
- Dermatite atopica
- Wheezing
- Allergie alimentari
- Tosse

EQUIPE
- Medici
- Infermieri
- Fisioterapisti
- Psicologi
- Biologi
- Nutrizionisti

PUNTI DI FORZA
- Rapido inquadramento
- Approccio multidisciplinare
- Ambiente a misura di bambino
- Educazione sanitaria
- Aria e microclima favorevoli con quasi totale assenza di allergeni
- Brevi tempi di attesa

COSA FACCIAMO
- Attività ambulatoriale
- Ricoveri per la diagnosi, la cura e la riabilitazione

Istituto Pio XII - ONLUS
Via Monte Piana, 4
32040 Misurina
Auronzo di Cadore (BL)

+39 0435 39008
info@misurinasma.it
www.misurinasma.it

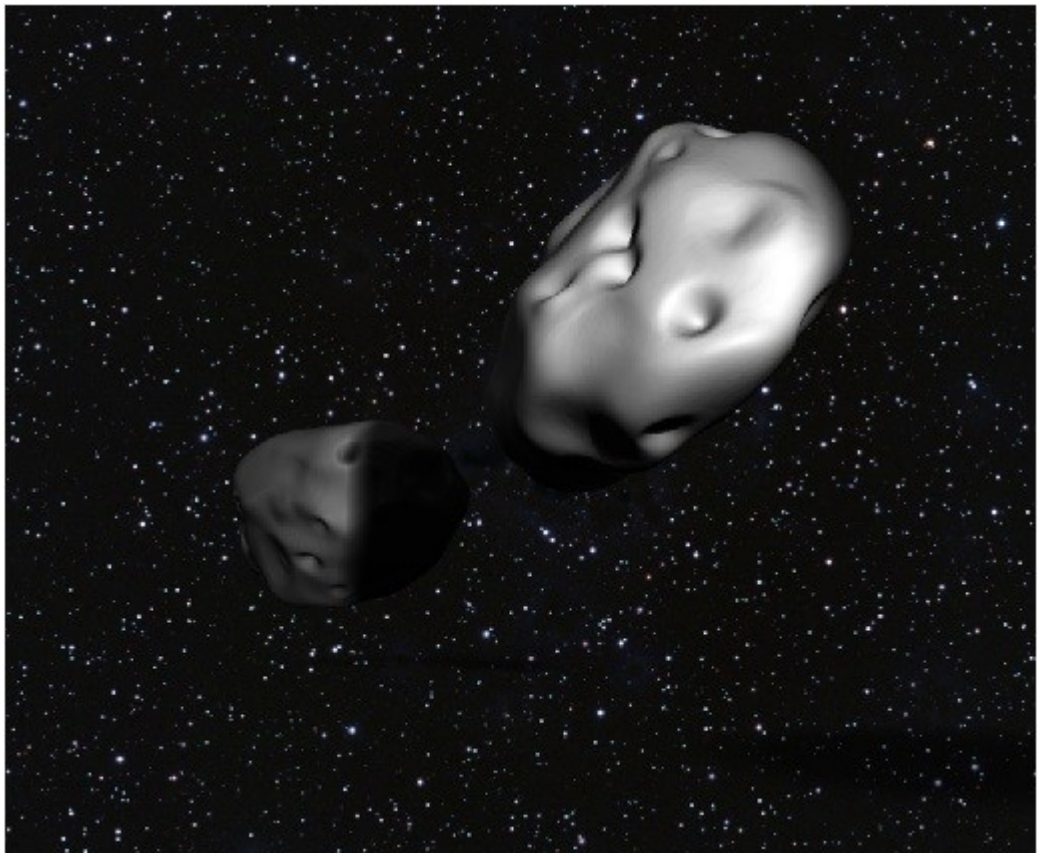
Seguici su:

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification

OPERA DIOCESANA SAN BERNARDO DEGLI UBERTI

L'ASTEROIDE BINARIO 3905 DOPPLER

Lorenzo Franco
lor_franco@libero.it



Una rappresentazione artistica dell'asteroide binario 3905 Doppler (illustrazione di Loretta Kuo)

Premessa

Gli asteroidi binari sono composti da due o più corpi legati gravitazionalmente che orbitano intorno al comune centro di massa. Questi oggetti sono stati più volte materia di speculazioni teoriche nel corso del ventesimo secolo, ma solo verso gli anni Settanta - Ottanta del secolo scorso furono raccolte diverse prove indirette della loro possibile esistenza. Si trattava di anomalie nelle curve di luce o di occultazioni asteroidali spurie, sulle quali non c'era purtroppo alcuna conferma ufficiale. Si arrivò quindi alla convinzione che questi oggetti dovessero essere piuttosto rari o estremamente difficili da osservare. Fu grande la sorpresa quando la sonda Galileo nel 1993, lungo il suo viaggio verso Giove, scoprì casualmente che l'asteroide 243 Ida era accompagnato da una piccola luna orbitante, denominata Dacty. Da allora sono stati scoperti poco più di 200 asteroidi binari con metodi fotometrici, l'osservazione radar e attraverso l'osservazione diretta con il telescopio spaziale o grandi telescopi a terra dotati di ottiche adattive.

Gli asteroidi binari rivestono un particolare interesse scientifico poiché rappresentano un laboratorio naturale nel quale sperimentare gli effetti delle collisioni asteroidali e le loro interazioni gravitazionali, che hanno giocato un ruolo fondamentale nelle prime fasi di formazione del sistema solare, consentendo di stimare anche alcuni parametri fisici, quali massa e densità, altrimenti difficilmente derivabili.

Oggi l'osservazione e la scoperta degli asteroidi binari rappresenta un campo di ricerca alla portata anche degli astrofili, attraverso le tecniche della fotometria CCD. Vedremo nello specifico le fasi salienti che hanno portato alla scoperta della natura binaria dell'asteroide 3905 Doppler.

Gli Asteroidi Binari

Gli asteroidi binari ad oggi scoperti (circa 230) sono distribuiti tra le varie popolazioni asteroidali: dai Near-*Earth Asteroids* (NEA) agli asteroidi di fascia principale (MBA) ed infine anche tra i trans-nettuniani (TNA) (figura 1). Si stima che il 15% della popolazione dei NEA sia formata da asteroidi binari, che si riduce al 2-4% nella popolazione degli asteroidi di fascia principale.

Tra i metodi di scoperta prevale il metodo radar per i NEA, grazie anche ai loro *flyby* ravvicinati con la Terra, per i trans-nettuniani prevale invece quello con il telescopio spaziale o i grandi telescopi a terra dotati di ottiche adattive. Infine un ruolo primario nella scoperta degli asteroidi binari tra i MBA e NEA viene svolto dalle tecniche fotometriche.

Gli asteroidi binari scoperti si possono classificare nelle due seguenti tipologie:

Binari Asincroni: caratterizzati da un periodo di rotazione del primario (di diametro D_p) sensibilmente inferiore al periodo orbitale del secondario (satellite, diametro D_s), le cui dimensioni sono più piccole rispetto al primario ($D_s/D_p \leq 0.5$)

Binari Sincroni: caratterizzati da un periodo di rotazione del primario coincidente con il periodo orbitale: i due corpi hanno dimensioni quasi simili ($D_s/D_p>0.5$) e ruotano intorno al comune centro di massa rivolgendosi l'un l'altro sempre la stessa faccia. Sono degli oggetti piuttosto rari e ad oggi ne sono stati scoperti poco meno di venti.

I meccanismi di formazione degli asteroidi binari

Vediamo adesso quali sono i principali meccanismi di formazione degli asteroidi binari.

Disgregazione rotazionale

La radiazione solare incidente su di un corpo di forma asimmetrica e di piccole dimensioni crea una forza torcente (effetto YORP) che ne fa aumentare la velocità di rotazione fino al limite critico di rottura (accelerazione centrifuga maggiore di quella gravitazionale). Si ipotizza che questo sia il meccanismo principale di formazione degli asteroidi binari nella popolazione dei NEA e dei piccoli asteroidi di fascia principale, caratterizzati

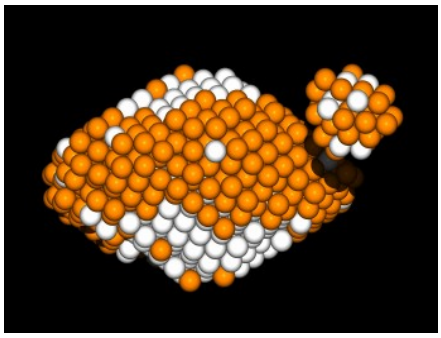


FIG. 2: *meccanismo di disgregazione rotazionale*

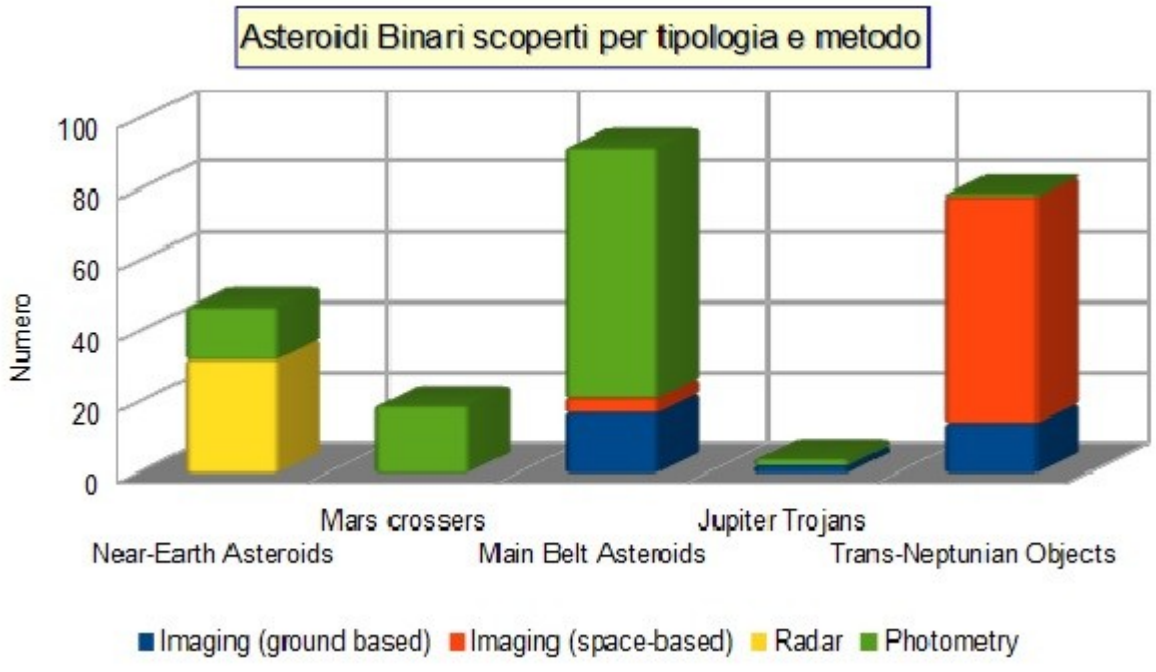
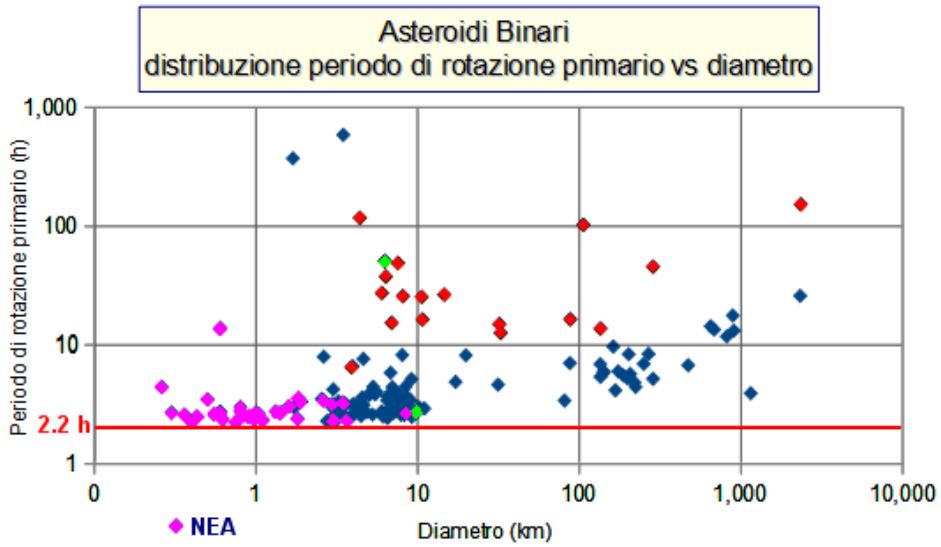


FIG. 1: *Distribuzione degli asteroidi binari per popolazione e metodo di scoperta.*



Distribuzione dei periodi di rotazione degli asteroidi binari in relazione al loro diametro. I NEA sono caratterizzati da piccoli diametri e da periodi di rotazione vicini al limite critico di coesione di 2.2h

da rotazioni rapide e da una bassa separazione delle componenti (fig. 2).

Perturbazioni mareali

Forti perturbazioni mareali, in seguito al passaggio ravvicinato con un pianeta, rappresentano un ulteriore meccanismo di formazione di asteroidi binari della popolazione dei NEA, fig. 3. Si pensi ad esempio al caso della distruzione della cometa Shoemaker-Levy 9, che prima di impattare, si è disgregata al suo passaggio ravvicinato con Giove.

Impatti catastrofici

Eventi collisionali, parzialmente o totalmente distruttivi (fig. 4), legati anche alla formazione delle famiglie dinamiche, possono spiegare la formazione di sistemi binari nella popolazione degli asteroidi di fascia principale, come confermato anche da simulazioni dinamiche. I MBA binari più grandi sono caratterizzati da rotazioni lente e da una alta separazione delle componenti.

FIG. 3: *Modellizzazione del meccanismo di formazione degli asteroidi binari prodotti dalle perturbazioni mareali*

Cattura gravitazionale

La mutua cattura gravitazionale di due corpi rappresenta uno scenario plausibile per la formazione dei binari trans-nettuniani (fig. 5), avvenuta nelle prime fasi di formazione del Sistema Solare (Astakhov et. al., 2005). Questi sistemi sono caratterizzati da una grande separazione delle componenti e da dimensioni confrontabili. Condizioni queste che portano ad escludere le dinamiche collisionali quale causa della loro formazione.

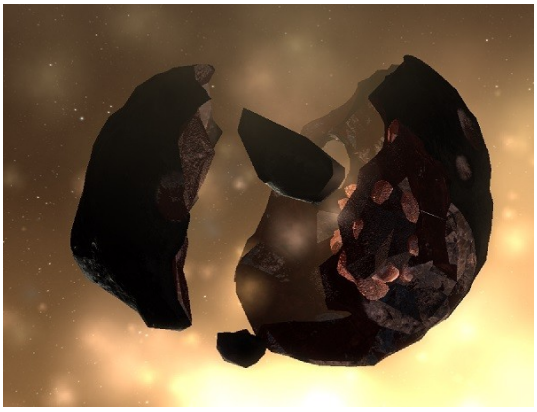


FIG. 4: *L'impatto tra due asteroide può avere conseguenze catastrofiche.*

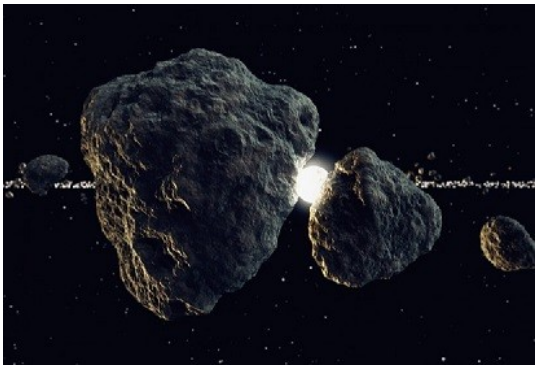


Fig. 5: *Cattura gravitazionale*

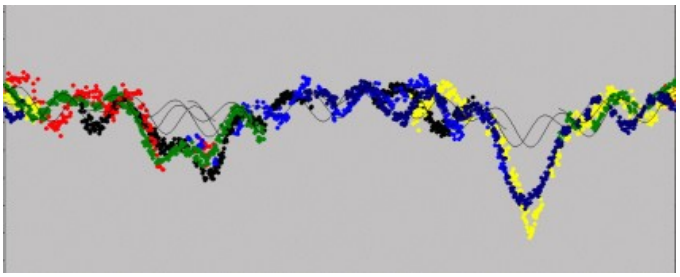


FIG. 6: *Curva di luce di un asteroide binario asincrono, il NEA (66063) 1998 RO1 (Pravec).*

L'osservazione fotometrica e le curve di luce

Si possono osservare molti asteroidi binari attraverso i metodi della fotometria CCD e l'analisi delle loro curve di luce (andamento nel tempo delle variazioni luminose). Tali variazioni dipendono principalmente dalla rotazione del corpo principale e dagli eventi mutui di eclisse / occultazione del satellite i cui effetti si sommano linearmente tra di loro:
$F(t) = F_1(t)+F_2(t)$ (rotazione del primario + rivoluzione del secondario)

Asteroidi binari asincroni: sono caratterizzati da una curva di luce multi-periodica che rappresenta quindi un forte indizio della loro natura binaria (fig. 6).

Asteroidi binari sincroni: sono caratterizzati da una curva di luce mono-periodica, simile a quella delle stelle binarie ad eclisse che manifesta in modo evidente i minimi profondi a V causati dagli eventi mutui di eclisse / occultazione (fig. 7).

Un caso concreto, l'asteroide 3905 Doppler

L'asteroide 3905 Doppler venne scoperto il 28 agosto del 1984 dall'astronomo ceco Antonin Mrkos, orbita ad una distanza di 2.6 unità astronomiche dal Sole nella fascia principale degli asteroidi con un periodo di poco superiore ai 4 anni. Dal momento della sua scoperta l'asteroide non era mai stato oggetto di approfondite osservazioni fotometriche.
A partire dal mese di ottobre del 2013 iniziai ad osservare l'asteroide per cercare di determinarne la curva di luce e quindi il periodo di rotazione (non noto). Per molti versi si trattava una normale osservazione di routine.
L'andamento della curva di luce però, già a partire dalle due prime sessioni osservative, non appariva affatto scontato ed usuale. La prima delle due sessioni, con una durata di poco più di un'ora, mostrava una anomala crescita di magnitudine, mentre la seconda sessione, con una durata di oltre sette ore, mostrava un andamento decrescente e lineare (fig. 8).
Questi andamenti non erano interpretabili attraverso il semplice effetto della rotazione dell'asteroide che produce di norma una curva di luce bimodale con due massimi e due minimi per ciclo.

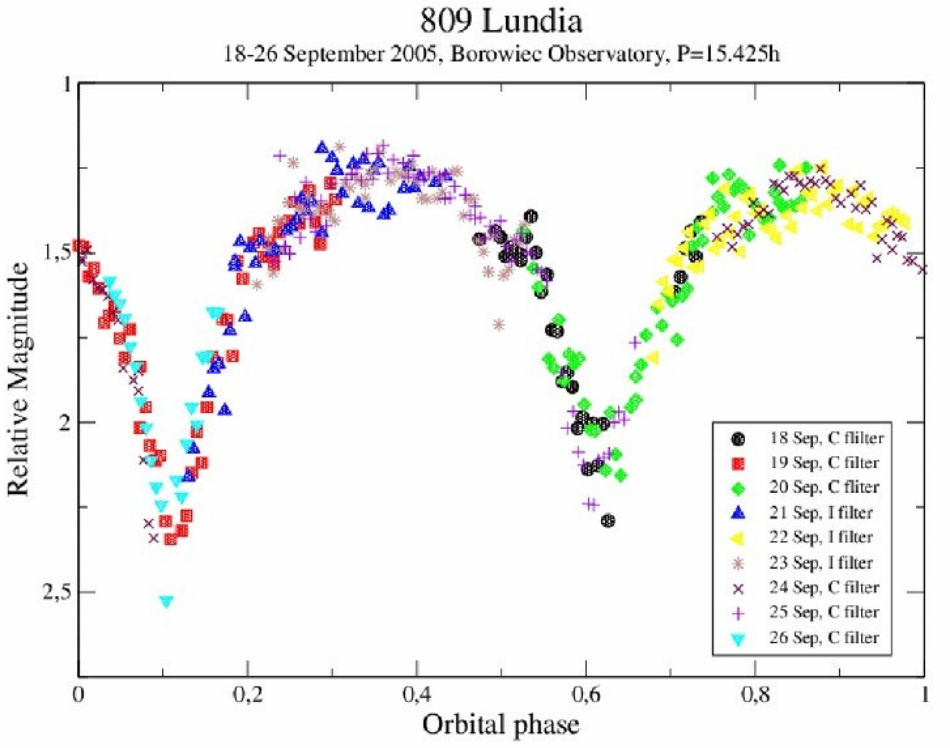


FIG. 7: *Curva di luce di un asteroide binario sincrono, 809 Lundia.*

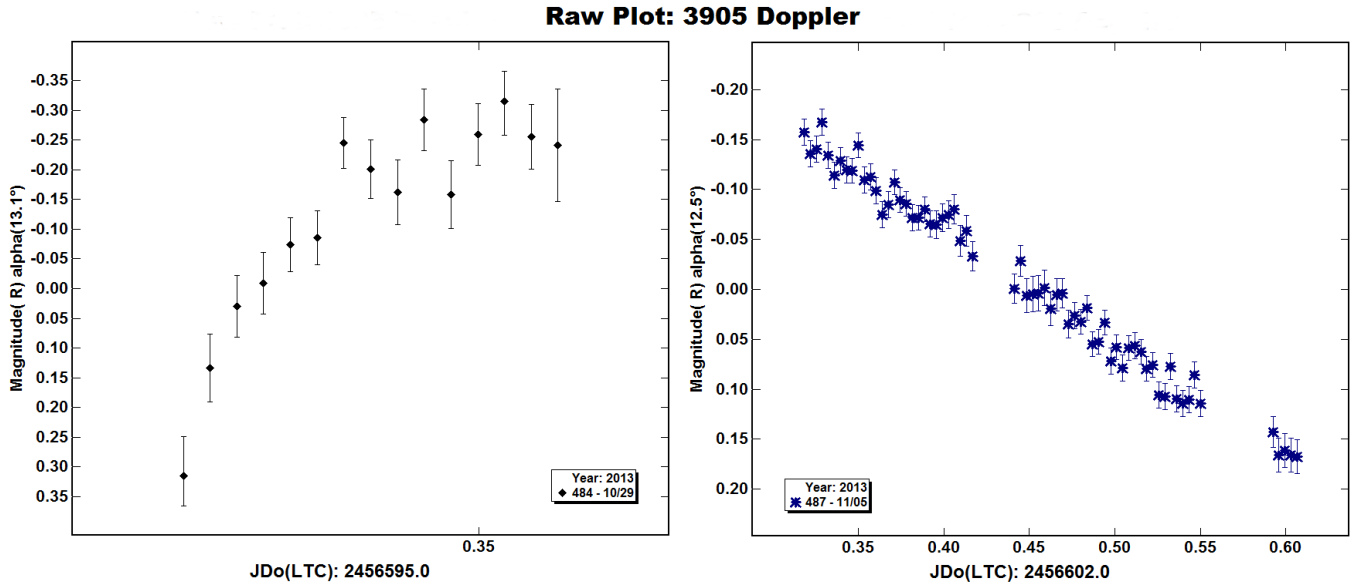


FIG. 8: *Le sessioni osservative del 29 ottobre e 5 novembre 2013 dell'asteroide 3905 Doppler.*

Attraverso il sito CALL (*Collaborative Asteroid Lightcurve*, all'indirizzo www.minorplanet.info/call.html), mi misi in contatto con la professoressa Melissa Hayes-Gehrke dell'università del Maryland, che con i suoi studenti aveva iniziato ad osservare lo stesso asteroide come compito di fine corso, allo scopo di mettere a fattor comune le nostre osservazioni.

Dalle prime cinque curve di luce acquisite (fino al 2 novembre 2013) capimmo subito che il modello di un asteroide binario, caratterizzato da un periodo di rotazione/rivoluzione di circa 51 ore (fig. 9), avrebbe potuto spiegare il bizzarro andamento generale della curva di luce ed in particolare i profondi minimi a V come eventi mutui di eclisse / occultazione.

Attraverso questo modello non è stato difficile calcolare le effemeridi utili ad osservare le porzioni mancanti della curva di luce ed in particolare ad osservare il secondo evento di eclisse che avrebbe potuto confermare, senza alcuna ombra di dubbio, il modello ipotizzato.

Le successive sessioni osservative, effettuate ai primi di dicembre 2013, permisero di confermare l'ipotesi binaria.

Si trattava proprio di un raro caso di asteroide binario sincrono (fig. 10) con periodo rotazione/rivoluzione di 50.8 ore e con il limite inferiore del rapporto medio del diametro dei due corpi (secondario/primario) di 0.77.

Ciò era stato confermato anche dall'analisi del Dr. Petr Pravec, astronomo ceco esperto di asteroidi binari, (autore della curva di fig. 6).

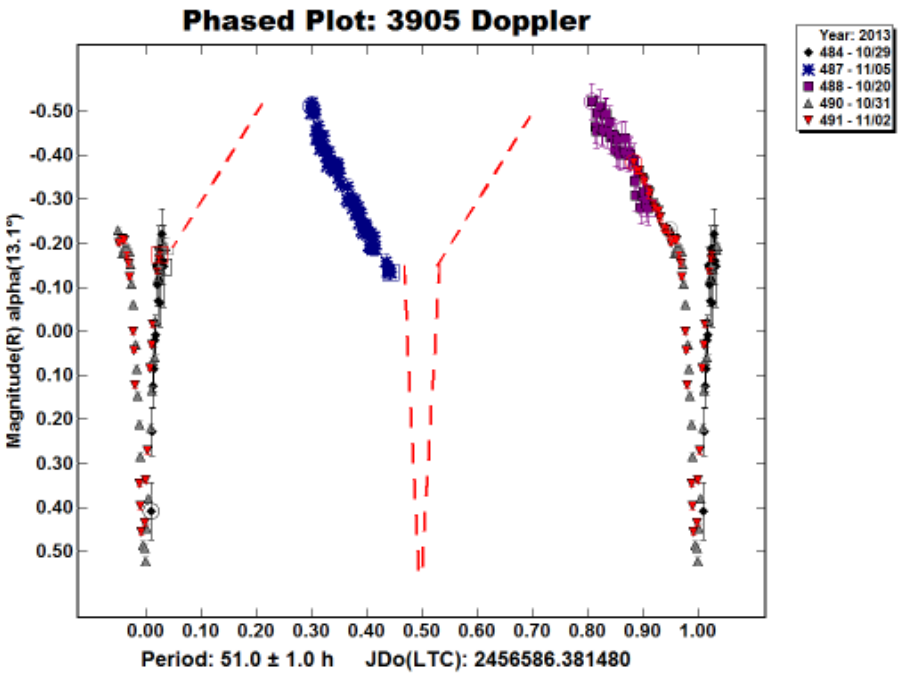


FIG. 9: *Le prime cinque sessioni osservative potevano essere interpretate attraverso il modello di un asteroide binario sincrono con periodo di rotazione/rivoluzione di circa 51h.*

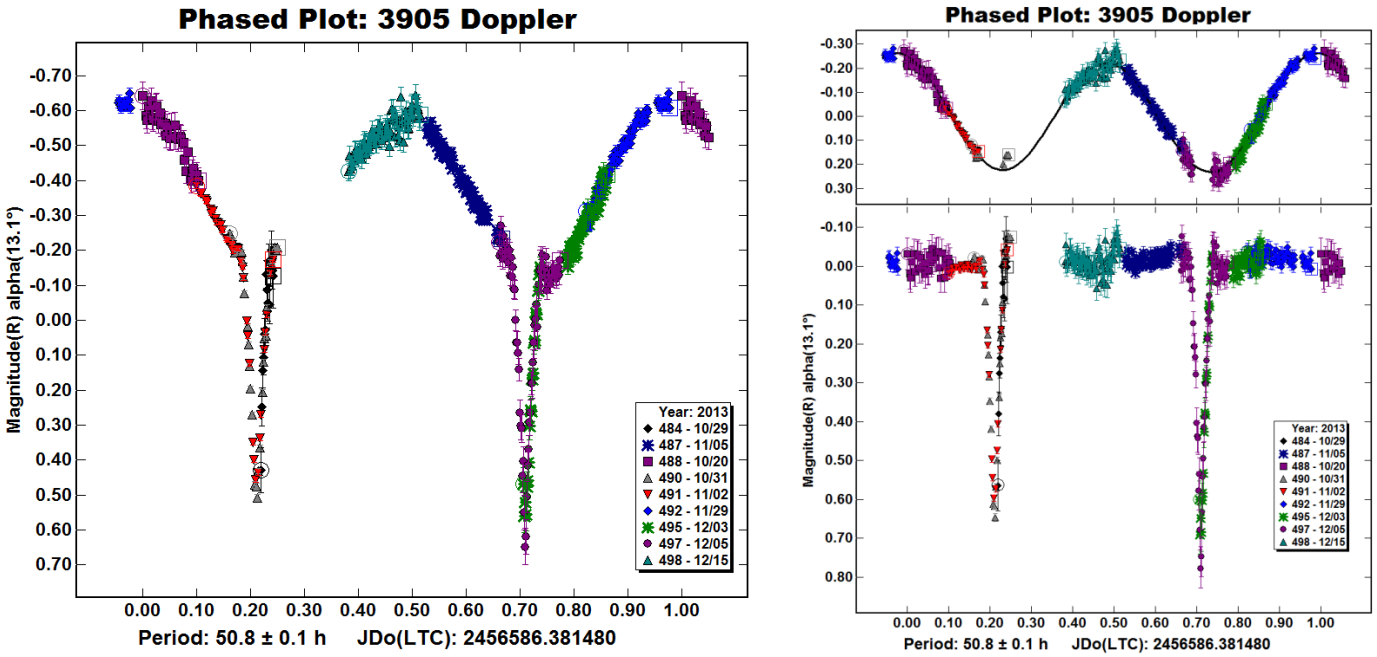


FIG. 10: *La curva di luce completa (a sinistra) e scomposta (a destra) di 3905 Doppler nelle sue due componenti: rotazionale, di aspetto sinusoidale, dovuta alla rotazione dei due asteroidi e orbitale, con i minimi a V, causata dagli eventi mutui di eclisse / occultazione.*

La notizia ufficiale della scoperta fu diramata il 16 dicembre 2013 con il telegramma CBET 3755 da parte della *International Astronomical Union* e presentata anche il 7 gennaio 2014 al prestigioso meeting della *American Astronomical Society* dal gruppo dell'università del Maryland.

Per concludere

Questa esperienza, vissuta intensamente dall'Autore, mette in risalto le grandi potenzialità di collaborazione tra astrofili, studenti ed astronomi professionisti. Un esempio che a mio avviso andrebbe sempre più seguito, perché potenzialmente ricchissimo di risultati di notevole rilevanza scientifica.

Lorenzo Franco, nato a Monte S. Angelo (FG), è appassionato di Astronomia da sempre, tanto da conseguire la Laurea in Astronomia presso l'Università di Bologna. Vive e lavora a Roma nel settore dell' Information Tecnology di una Banca. Dal 2005 si dedica nel tempo libero all'osservazione di asteroidi e comete ed alla ricerca scientifica amatoriale, collabora con la Sezione Stelle Variabili dell'UAI.

Gli articoli di **Lorenzo Franco** su Astronomia Nova:
- *Fotometria degli asteroidi, come si realizza una curva di luce*, Astronomia Nova n. 11/2012
- *fotometria delle stelle variabili*, Astronomia Nova n. 12/2012
- (con Paolo Bacci), *L'asteroide NEA 2012 EG5*, Astronomia Nova n. 13/2012
- *Fotometria di asteroidi e stelle variabili*, Astronomia Nova n. 13/2012
- *Asteroidi, la modellazione 3D*, Astronomia Nova n. 15/2012

ASTROFOTOGRAFIA, ARTE O SCIENZA?

Marco Meniero e Alessandro Ghelardi
www.meniero.it

Marco Meniero, "Giove e Venere"

Una della maggiori dispute sulla fotografia moderna si svolge intorno alla variegata gamma di significati legati alla sua stessa definizione. Per alcuni rappresenta una forma d'arte, per altri semplicemente un procedimento fisico legato alla intercettazione dei fotoni. In particolare, nella foto scientifica, quindi nell'astrofotografia, il concetto di arte trova ben poco spazio a vantaggio di chi la riduce a semplice procedimento ricettivo di fotoni. Ma noi riteniamo che questa visione pragmatica sia troppo riduttiva e semplicistica, pertanto, così come esiste un'affinità tra il concetto di "vero" nella scienza ed il realismo nella fotografia, cercheremo di dimostrare che esiste anche un legame culturale tra i paesaggi di Ansel Adams, la donna di Helmut Newton e le nebulose, o i pianeti ripresi con i telescopi.
Vediamo ora di approfondire entrambi i punti di vista.

A sostegno della tesi che interpreta l'astrofotografia come espressione scientifica dobbiamo rimodulare la definizione di arte e declinarne i significati tra le leggi fisiche.
L'arte, nella comune accezione, è la capacità di esprimere un'emozione al di là dei principi della natura, le così dette "leggi" fisiche, ma, d'altra parte, si può facilmente dimostrare che non esiste nulla al di là di tali leggi. Quindi potremmo provocatoriamente affermare che l'astrofotografia non è espressione di arte per il semplice motivo che l'arte non esiste.
Prendiamo, per esempio, il pensiero umano, che dell'arte dovrebbe essere il motore. Il pensiero altro non è che non un segnale elettrico di 70 mV (millivolt) che si propaga come una depolarizzazione attraverso la membrana cellulare da una cellula nervosa alla successiva (con l'intermediazione di un neurotrasmettitore nelle giunzioni cellulari) nella parte più superficiale, corteccia, dell'encefalo dei mammiferi e nella fattispecie dell'uomo.
Come è evidente, il pensiero, e quindi ciò che chiamiamo "arte", può essere ridotto a leggi fisiche e non prescinde da esse.
L'interpretazione, arma vincente dei critici d'arte, è una discussione sul senso del "gusto" e sui sentimenti percepiti. Interpretare significa spiegare perché un quadro o una foto ci appagano, ossia ci fanno liberare quelle molecole, tipo endorfine, che ci danno un senso di benessere quando lo guardiamo. Ancora una volta una spiegazione di tipo biofisico.
Talvolta vi è pure qualche dubbio sul fatto che una foto sia la rappresentazione della realtà. Nella foto astronomica, la foto di una galassia non rappresenta certamente l'oggetto com'è nell'istante dello scatto, elemento che non ci è consentito conoscere. E' esattamente ciò che ci illudiamo di sapere come era nell'istante in cui i suoi fotoni si sono staccati da lei per intraprendere il lungo viaggio verso di noi. Mentre la foto è nelle nostre mani, la galassia di certo si è trasformata in qualcos'altro.

Nebulosa Iris nella costellazione di Cepheus, 7023 NGC. La Iris è stata ripresa dall'Osservatorio MTM di Pistoia ed elaborata con due diverse tecniche di post processing. Nell'immagine di sinistra la nebulosa appare sfumata e morbida, sembra rievocare un'atmosfera magica degna di racconti fiabeschi. Nell'altra variante, i forti contrasti e le ardite sfumature ci riportano alle storie manga di invasioni aliene, sembra sbucare qualche astronave con intenzioni belliche di conquiste interplanetarie. Lo spettatore non si pone il dubbio su quale delle due interpretazioni sia più verosimile perché egli stesso percepisce un terzo sentimento strettamente legato alle proprie percezione. Sicuramente queste immagini del profondo cielo sono una forma d'arte e non una registrazione quantitativa di fotoni provenienti dalle particelle di Idrogeno ed Ossigeno (fonte Marco Burali - http://www.osservatoriomtm.it/).

Altre volte quello che chiamiamo "realtà", semplicemente non esiste o perlomeno non è ciò che si intende comunemente.

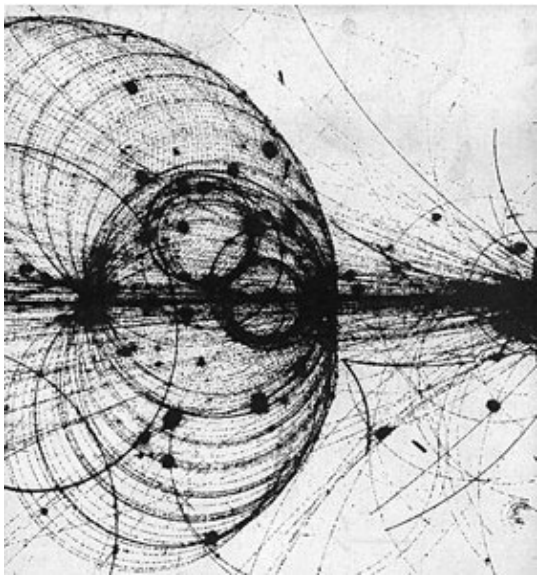
Prendiamo, per esempio, la foto di una qualsiasi particella subatomica scattata da un qualsivoglia rivelatore del CERN o del Fermilab. L'immagine mostrerà una linea interpretata come il passaggio della particella.

La facile, ma errata, deduzione è che la particella come entità fisica sia passata di lì: è "materiale", quasi la possiamo afferrare.

Ebbene, questa non è la verità o perlomeno è solo parte di essa. È infatti noto che le particelle elementari sono descritte da una funzione matematica (psi) che esprime la probabilità di trovare la particella in un certo punto, in un certo stato.

La stessa "fuggevolezza" si ha per i percorsi delle particelle a causa del principio di indeterminazione: se conoscessimo con sufficiente precisione la velocità di una particella, non sapremmo nulla della sua posizione e viceversa.

In conclusione una particella può percorrere una serie infinita di cammini possibili. E lo fa, almeno fin quando non viene misurata. Ecco la traccia sulla foto! Infatti, l'atto fisico della misura fa decidere alla particella che strada prendere. Quindi non è lecito parlare di rappresentazione della realtà e del realismo di una immagine, visto che per una particella le realtà possibili sono infinite tanto quanto sono infiniti gli stati possibili della funzione d'onda ψ.



Tracce di particelle subatomiche in una "camera a bolle"

Un astrofilo potrebbe intitolare questo splendido paesaggio: "Meteora e Pleiadi sopra la Monument Valley", ma un Navajo nativo dell'Arizona cosa potrebbe percepire guardando l'immagine? La pianura desertica che ospita le guglie rocciose (Mesa e Buttle) rappresenta un luogo sacro, perciò con una forte connotazione mistica. Ed ancora, un fan dei film Western di John Ford potrebbe immaginare un accampamento dietro le rocce, con John Wayne pronto ad impugnare una Colt per difendersi da un imminente attacco Apache. Questo scatto può suscitare diversi sentimenti e sicuramente trasmette molte più sensazioni di una semplice ripresa di astri.

Ne consegue che l'astrofotografia non è la rappresentazione di una realtà, ma solo di probabili eventi reali. A questo punto si potrebbe concludere che non possa neppure anche costituire una forma d'arte. A sostegno della tesi inversa, per cui l'astrofotografia è espressione di arte, prendiamo in considerazione il concetto di vero nelle osservazioni scientifiche ed il vero nella fotografia realista. Per questo riteniamo fondamentale fare un *excursus* sulla storia della fotografia applicata alla scienza. Il telescopio ed il microscopio sono due strumenti ottici che hanno permesso all'uomo di affacciarsi su mondi nuovi dove la fotografia ha trovato spazio come "matita della natura", capace di fissare su un supporto le osservazioni.

La fotografia, già dalla sua nascita nel secondo decennio dell'Ottocento, fu accolta con entusiasmo in ambito scientifico, ma soprattutto in quello astronomico, benché avesse evidenziato problemi legati alla rappresentazione della realtà ed alla fedeltà della trascrizione oggettiva.

Allineamento tra Luna e Venere sopra la statua del Bacio *che rievoca la famosa foto stata scattata da Alfred Eisenstaedt a New York il 14 agosto del 1945 durante la parata di celebrazione della vittoria degli USA sul Giappone.*

Gli scienziati che utilizzavano la fotografia nelle loro osservazioni consideravano l'immagine ottenuta tramite le lenti al pari di una descrizione matematica.
Per questo motivo applicavano la tecnica fotografica con l'intento di riprodurre la realtà, ma per trasformare un'osservazione scientifica in una immagine fisica era necessario "costruirla" e "rivelarla".
Ne consegue che le immagini dovevano essere manipolate, ma i procedimenti, come nell'arte pittorica, creavano solo analogie e somiglianze tra l'immagine ottenuta e la realtà.
Ancora oggi, talvolta, ci meravigliamo quando si discute sul concetto di realtà nella fotografia. Non tutti, infatti, hanno chiaro che nessuna fotografia riprodotta sia realtà; nessuna stampa tratta da file, negativo o diapositiva, e nessuna immagine che vediamo nei video è realtà.
Il pittore Magritte scrisse "*Questa non è una pipa*" sotto una pipa dipinta molto realisticamente e noi allo stesso modo potremmo scrivere "Questa non è la Luna" sotto la foto della Luna ripresa nella maniera più semplice e realistica possibile.
Distinguendo gli aspetti connotativi da quelli denotativi nelle immagini, o forse, invertendone i significati, si riesce a negare la realtà attribuendo all'immagine solo il segno di qualcosa che non è, ma lo rappresenta solamente.
Quindi la fotografia è, o meglio può essere, rappresentazione della realtà, ma mai la realtà. Pertanto l'immagine è anche la rappresentazione della verità filtrata attraverso gli occhi del fotografo. Questa è l'essenza dell'arte.
Il linguaggio fotografico è estremamente ricco, pieno di figure retoriche e di possibilità espressive ben visibili anche senza manipolare le fotografie.

Costellazioni invernali

Siamo comunque nell'ambito della fotografia realista anche quando l'idea e lo scopo del fotografo è di riportarci ciò che è davanti all'obiettivo senza falsificare la realtà e trasmettere un messaggio che vada oltre la realtà.
Questo concetto sembra semplice e complicato allo stesso tempo: semplice perché è intuitivo cosa vuol dire alterare una scena o un soggetto, complicato per la già dichiarata complessità del linguaggio fotografico. Partiamo comunque dal seguente concetto di fotografia realista: riprodurre il soggetto ripreso senza apportare modifiche tali da falsificare la realtà.
Ad esempio nell'immagine dei pianeti Giove e Venere sopra il vaso marmoreo (pag. 37), salteranno subito all'occhio i bassorilievi che sembrano indicare gli astri.

A fianco, "Questa non è una pipa" di Magritte

Il sentiero che parte dalla Cappella Alpina e s'inerpica su per le colline sembra dirigersi proprio verso la Polare, ovvero verso il centro del vortice di stelle. Si parte da un edificio religioso per entrare nel cosmo...questa foto è una forma d'arte o solo una ripresa scientifica del moto sidereo? Ai lettori la riflessione ...

Che cos'è successo?

Che il fotografo ha di fatto "visto" gli astri e li ha impressionati sul sensore contrapponendoli al rilievo marmoreo.

Un osservatore potrebbe "vedere" non gli astri, ma le figure plastiche inserite nella scena arcaica in cui i pianeti fanno da contorno.

Ognuno dei due osservatori vede qualcosa di vero, ma entrambi percepiscono la scena e la deformano secondo le proprie percezioni.

Ed ecco, riallacciata alle premesse, la conclusione: con l'accettazione dell'ipotesi che l'arte esista, dobbiamo considerare l'astrofotografia come foto realista e quindi a tutti gli effetti una forma d'arte.

Marco Meniero

Alessandro Ghelardi

Marco Meniero, nato a Civitavecchia nel 1973. Laureato in scienze statistiche ed economiche, lavora come controllore del traffico aereo presso l'aeroporto Galilei di Pisa. Astrofotografo dall'età di sedici anni, socio dell'Associazione Astrofili Civitavecchia

Alessandro Ghelardi, nato a Pisa nel 1967. Laureato in Scienze Naturali segue con passione il cielo in qualità di astrofilo. Visualista, ha fatto parte dell'Associazione Astrofili "G. Galilei" della sua città.

NOVA CENTAURI 2013 BROAD MAXIMUM FROM VISUAL OBSERVATIONS

Costantino Sigismondi
ICRANet Rio de Janeiro,
Observatório Nacional Rio de Janeiro, Brazil
and AAVSO, USA

Alpha and Beta Centauri, two of the brightest stars in the southern sky, now have a new companion — the naked eye Nova Centauri 2013. This photo was taken by ESO Photo Ambassador Yuri Beletsky at ESO's La Silla Observatory in the Chilean Atacama Desert in the morning hours of Monday 9 December 2013.

Abstract
A bright Nova in Centaurus was discovered on Dec 2, 2013 at magnitude V=5.5. Its luminosity reached mv=3.8 from Dec 5 to 7, becoming the brightest Nova of 2013. On Dec 14 it had a rebrightening at mv=3.2. The observations of the author contributed to the compilation of the IAU Circular 9265 which announced the Nova. Observational techniques, scientific, educational, historical and anthropological aspects of such a phenomenon are discussed.

Introduction: Northern vs Southern sky Novae in 2013

The year 2013 will be recorded as the year of two naked -eye novae: the Nova Delphini 2013 of August which reached mv=4.7 (Sigismondi, 2013; Munari et al., 2013) and the Nova Centauri of December of mv=3.2 , i.e. 1.5 magnitudes brighter.

The location of the first Nova in the Northern hemisphere and in the summer vacation period allowed an unprecedented observational coverage of the phenome-

non, with almost 500 observers and several thousands of single observations uploaded in the AAVSO database. A large fraction of the observers followed the Nova Del 2013 in the first days of its apparition thanks to the rapid diffusion of the news on the AAVSO website.

The Nova Cen 2013 coverage of its first stages has been provided by about 1/10 of the number of observers of Nova Del 2013 first stages. The first news on this Nova was reported by Amorim et al. (2013) in the AAVSO forum. Up to December 7, five days after the discovery, the total number of recorded observers was 24 and the observations uploaded 64. Now on Dec. 16, the observers are 38, and the observations 320. An increase of the observers occurred after the AAVSO circular #492 (Otero and Waagen, 2013) published on December 4th, but the saturation of the curve describing the evolution of the total number of observers with time seems to be very near.

The difference is explainable with the declination of the two Novae and with the observational condition of an early morning object. The confirmation of the nature of the new Nova was made officially with the IAUC 9265 (Guido et al., 2013) to which the author's observations, described in the following paragraphs, contributed. The Nova Del 2013 has a declination of +20°, so it has been visible from latitudes +70 N down to -60 S, as an object which culminated at the local midnight at an altitude at least of 10° above the horizon. These latitudes includes all continents.

The Nova Cen 2013 has a declination of -59°, and it is visible only in the last 2 hours of the night, therefore not at its maximum altitude of the meridian transit.

Applying the same criterion of visibility within 80° from the latitude where its transit is at the zenith, we have that Nova Cen 2013 appears above the horizon for the lands below the latitude 21°N.

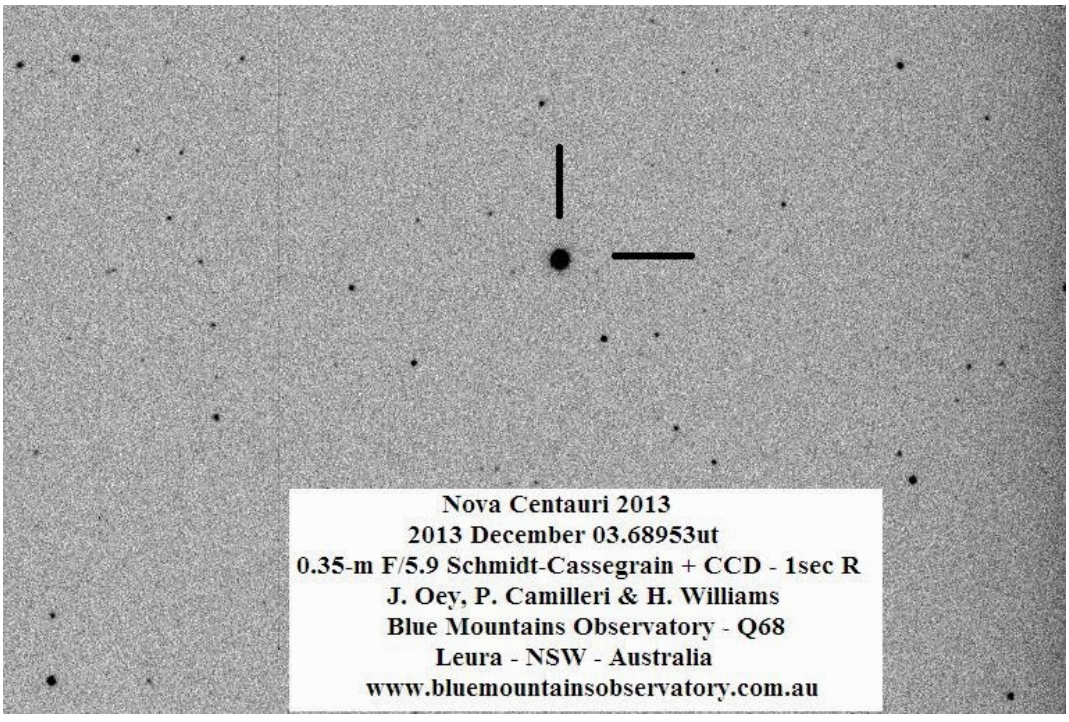
But the other constraint of having at least one hour of visibility in this part of the year with the star 10° above the horizon restricts to the latitude -20°S the region of visibility of this star.

The Nova Cen 2013 is visible only from part of South America and Africa and Oceania. Moreover the Nova Cen 2013 is not high in the sky, from 10° to 40° degrees at its better condition of visibility, and only in the final hours of the night, which are the harder for observations.

These two factors explain the reduction of the number of observers to about the present value of 1/10 of the ones of Nova Del 2013.

Another aspect is demographical, economical and cultural: the number of amateur astronomers is much lower in the Southern hemisphere, even if the brighter magnitude of the Southern Nova would allow a number 3-4 times larger of naked eye observers of its maximum.

On the other hand the presence of the largest observatories in the world in the Southern Hemisphere will allow some high quality measurement, like spectra and photometry especially when the star will fade (Guido et al., 2013; Izzo, L., et al. 2013).



Historical aspects

The catalogue of the 1022 Fixed Stars of Ptolemy, was considered invariable in number from the medieval commentaries, and the stellar variability was a phenomenon recognized only from 1636, with Mira Ceti identification by Holwarda (Sigismondi et al., 2001). Before Mira the occurrence of some supernovae did not changed the attitude of the western culture towards stellar variability (Thomas, H. L. M., 1948).

Only the Novae were recorded, when particularly bright, in some monastery chronicles (it is the case of SN1006 in Lupus, recorded in San Gallo chronicles).

Chinese observers did record the Novae, or guest stars, with more care than western observers, on behalf of the Emperor and according to their religious beliefs (see Delambre, *Histoire de l'Astronomie*, 1827). They were more careful in the record of all new stars, guest stars, with or without tail (Ho Peng Yoke, 1962), and the SN 1054 was followed by Chinese astronomers even during the day.

The SN 1572, of Tycho, was discovered on the 11 November in the Cassiopeia constellation by Tycho and followed with great observational accuracy, to assess:

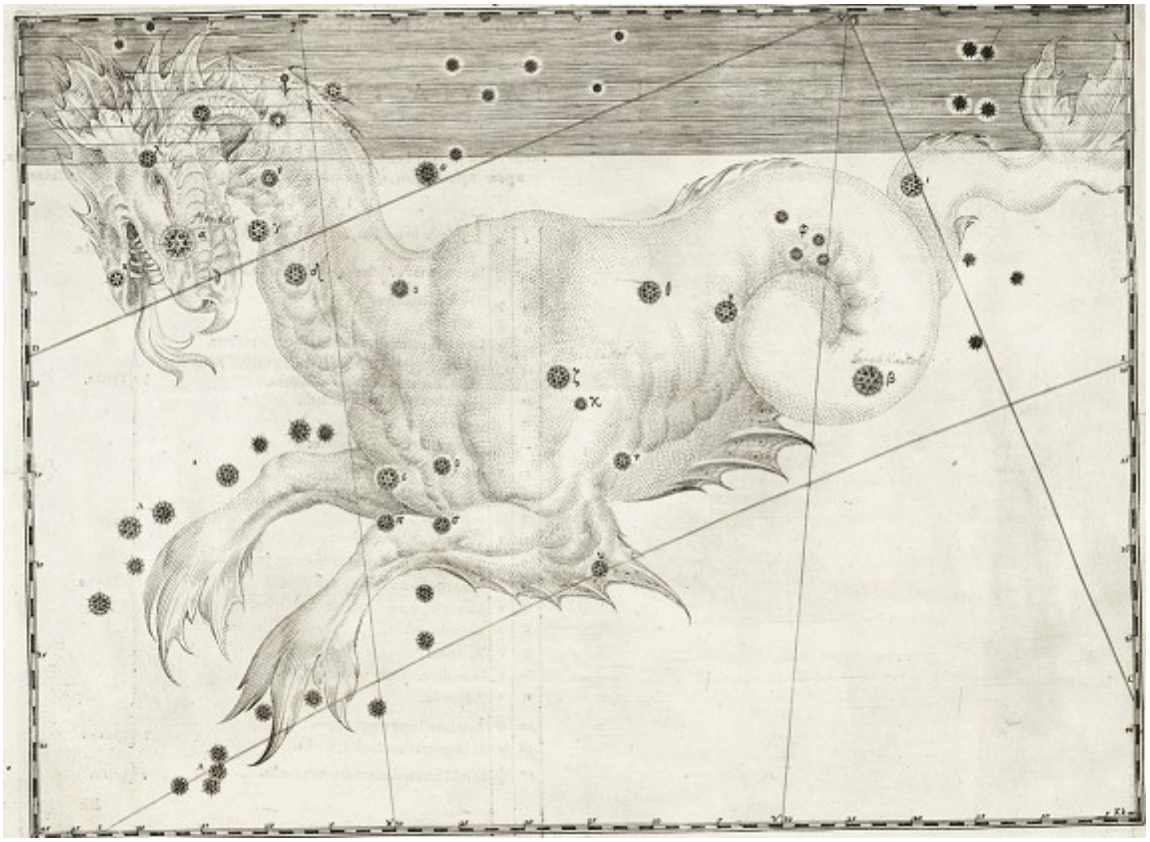
1. the existence and the effects of atmospheric refraction
2. the distance of the star, well beyond the planets, in the eighth sphere of fixed stars.

The SN 1604 of Kepler, was observed on October 19, in Prague and immediately studied by the German astronomer who was there continuing the work of Tycho to 'reshape' astronomy: from *Astronomiae Instauratae Mechanica* of Tycho (1598) to *Astronomia Nova* of Kepler (1609).

This Supernova triggered the historical and theological studies of Kepler, who already studied in seminarium, to investigate the nature of the Star of Bethlehem (e.g. Sigismondi, 2002).

Finally S Andromedae, or SN 1885 according to the following definition of H. Shapley in the 1930s, was the last naked eye Supernova, before the one in the Magellanic Cloud SN 1987A with a visual magnitude around 4 (according to AAVSO Catalogue).

An important role in the study of the Novae was done by the Asiago Observatory from 1942 on (Sigismondi, 2013 and references therein). It is well known that the Novae have been used as standard candles, like the



Mira, or Omicron Ceti, in Bayers 1603 stellar chart Uranometria: In this detail, it's the star right at the centre

SN1a are used for cosmological distance estimate of their guest galaxy.

Anthropological aspects

The proper motions of the stars are so small that we see the same constellations of several millennia before. Only precession modifies their coordinate, leaving the asterisms always of the same aspect, but changing their visibility by changing their declinations and their midnight transit time.

So we may not observe stars that our antecessors could see, because they become more austral, like the case of the Alpha and Beta Centauri and the Southern Cross for Southern Europe and North Africa.

The apparition of a Nova may modify the aspect of a constellation for some days or months, as in the case of the Nova Cen 2013, which appeared within one degree from Beta Centauri.

This may have been remarkable for the ancient cultures, used to observe under very clear skies, and it is confirmed by some archeoastronomical findings (e.g. Navaho drawings in Arizona, as reported by H. Frommert and C. Kronberg, 2006).

Observational methods

The Nova Centauri 2013 has been observed by the author form Unisinos (Sao Leopoldo, Porto Alegre - Brazil on December, 4 at naked eye) and from the Centro Brasileiro de Pesquisa Fisica, Rio de Janeiro from December, 5 to 12 with 7x50 binoculars and naked eye. CBPF has been preferred to the Observatorio Nacional location, because of its Southern position, to avoid the light glow of the metropolis and look directly toward the Atlantic Ocean.

With the Nova Centauri as bright as 3rd magnitude all visual observers have to look for comparison stars at the same altitude of the Nova, i.e. on the same "almucantarat" (arabic name for altitude circle). Reliably they will be affected by the same airmass extinction. This recommendation has been made after seeing great spread in the visual measurements: are them real or artificial oscillations?

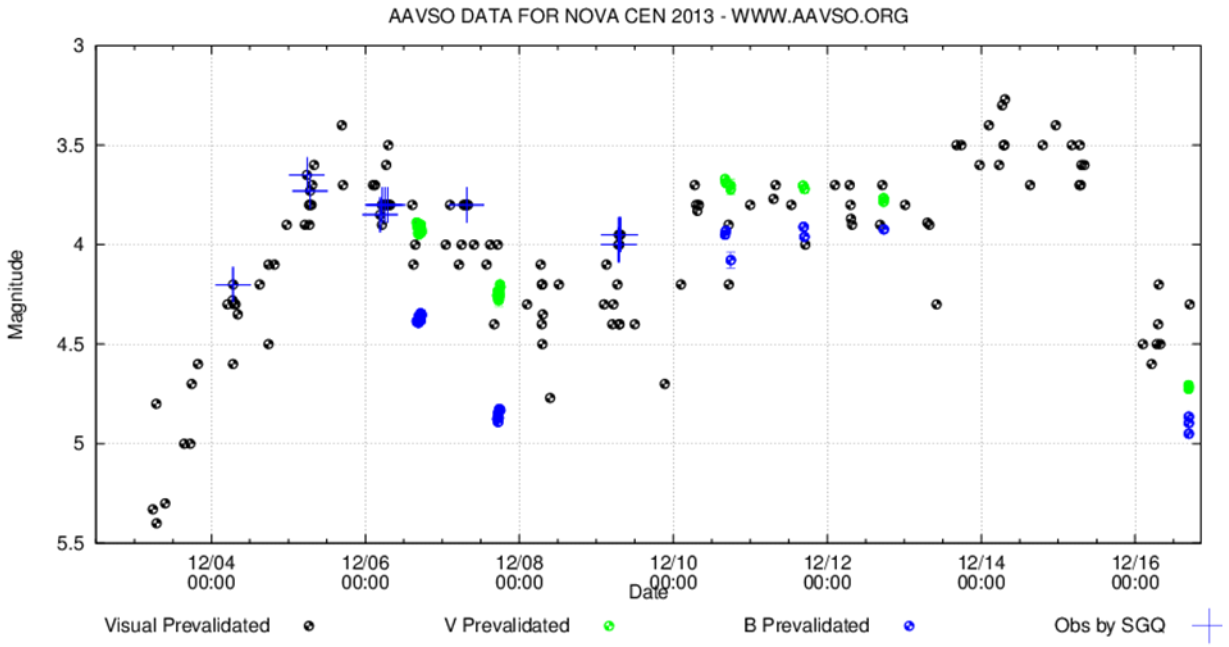
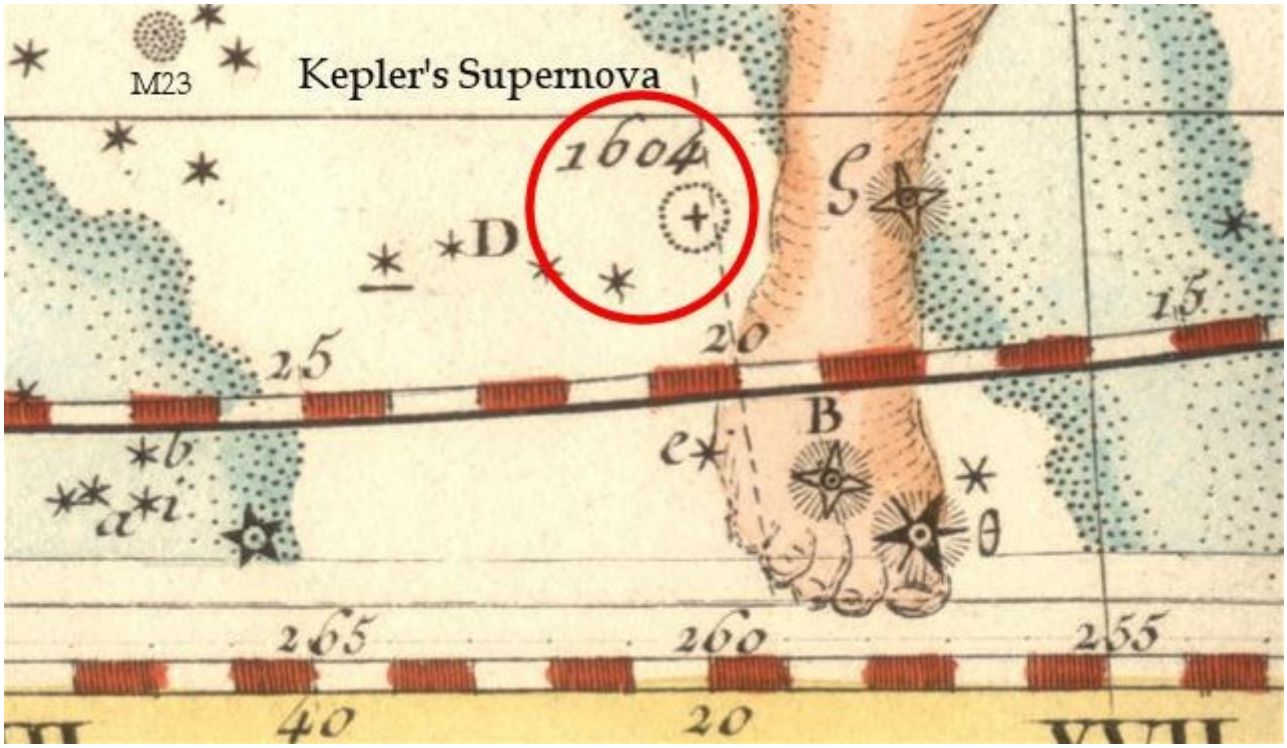


Figure 1: *the first observations of the Nova Centauri 2013, with the crosses the observations of the author (SGQ AAVSO code). The green and blue spots of Dec. 6-7 are V and B measurements with AAVSO remote telescope* (http://www.aavso.org/aavsonet) *made by Arne A. Henden. The B-V =-0.5. Lower values of B-V=-0.2 on Dec 10-11 have been measured by Jonathan Powles in Canberra with another detector; he made the last B and V measurements of 16 Dec show a rapid luminosity drop suggesting the end of 10 days maximum. The method of magnitude estimate is the Argelander one, but some of the visual observations may be suffer for atmospheric extinction, or airmass problems, when the comparison stars are far apart. For this reason I show an example of the airmass effect and I suggest to look for same altitude stars, even if they are rather far from the target star. With the Nova at 3 - 4 magnitude the unaided eye can work very well to do very good estimates, with stars more the 20 degrees apart.*



Airmass effects for low altitude stars

Example of airmass extinction: From Rio de Janeiro, Praia Vermelha, because of the haze I have verified that Gamma TrA (3.2) altitude 15 degrees was at limiting visibility, as well as Epsilon Crucis (3.55) which was at 32 degrees.

Therefore 0.75 magnitudes were lost on these 17 degrees of altitude from 32 down to 15. If the atmospheric extinction would not be taken into account, there would be an error up to 0.75 magnitudes of the evaluation of the measurement.

"Browsing" the almucantarat: When the Nova is so bright I can see it with naked and unaided eye, and the choice of comparison stars of similar magnitude and altitude is easier thanks to the larger field of view of the eye. I used this method with delta Scorpii (mv=~1.8, discovered by Sebastian as variable 13 years ago), that from Rome is always very low in the sky, while in Rio de Janeiro it gets also the zenith (Sigismondi, 2011).

AAVSO charts do not help unaided eye observations because they are limited to a field 1200 arcmin, 20 degrees. They can be used afterwards for photometric references.

With naked eye it is easy to find comparison stars of similar magnitude. After, at the computer, the program Stellarium (free) helps a lot, especially for them, like me, who are not used to observe the Southern Sky. With the program we can recognize the comparison stars, knowing their HIP number (Hipparcos Catalogue) and it magnitude. With HIP number it is worth to check also the site of SIMBAD http://simbad.u-strasbg.fr/ to verify the V magnitude and in other photometric channels. But this is a work that can be done also afterwards in the day. During the night it is important to draw the positions of the stars and to apply the usual comparison method to evaluate the magnitude.

Nevertheless a binocular 7x50 helps always in doubts and with city lights.

The results are visual estimates within 0.1 magnitudes: In the night of 9 december I made several estimates of the Nova using many pairs of comparison stars near the same almucantarat and getting the same result within less than 0.1 magnitude!

Obviously for the observations the higher is the star the better is the estimate, and it happens around 5 am of local time, which reduces the influence of atmospheric extinction.

Twilight method: The observation of the Nova Cen 2013 before sunrise, recall the heliacal risings recorded by Egyptians and studied by Gaspani and Cernuti (1996).

A similar technique has been adopted to evaluate the magnitude in the morning of Dec 7, 5:30 am from Rio de Janeiro, when only one observation was possible of the pair Beta Cen – Nova Cen 2013 in a hole among the clouds with the Sun only 6° below the horizon, at civil twilight already onset.

The comparison in this case was made with the disapparition time of the star in the previous day and using the software calsky.org for calculating the altitude of the Sun.
Nothing was possible in the dawn of 12 december from Rio, because of the cold front clouds which gave the possibility to spot only Beta Centauri around 6 am for a few instants.

The distance modulus

Supposing this Nova at its maximum at mv=3.2, like the Nova Del 2013, and its absolute magnitude of Mv=-9.
We have a distance modulus of 12.2 magnitudes. The correction for galactic reddening and extinction on the line of sight will drive us to real distance modulus. The B-V ranging around -0.2 suggests low values of galactic dust reddening and consequent extinction (Izzo et al., 2013).
The fact that the maximum is much broader than the maximum of the Nova Delphini suggest to wait the luminosity decay rate according to the criterium of Leonida Rosino (see Sigismondi, 2013) to evaluate the absolute magnitude of the maximum.

Concluding Remarks and perspectives

With the Nova so bright I recommend the use of the unaided eye with the comparison of Stellarium software to recover and archive the name, altitude and magnitude of comparison stars near the same altitude circle. When entering new observations it should be added in the comments "same altitude circle comparison stars", or quoting the arabic word ***Almucantarat*** which sounds more exotic! Such type of observations will be very useful in case of other bright Novae or even of **the next Galactic Supernova**, that all astronomy community is waiting since 1604 (Bartolini, 2011; Sigismondi, 2005).

This image taken on Dec. 28, 2013 from New Zealand shows Nova Centauri 2013 (Rolf Wahl Olsen)

References

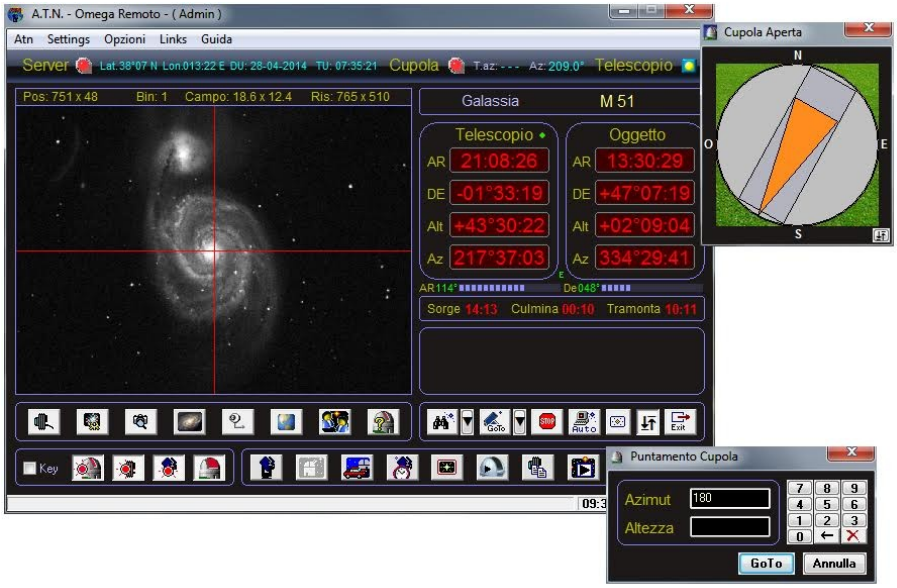
Sigismondi, C., http://arxiv.org/abs/1310.2763 (2013)
Munari, U., et al., http://arxiv.org/abs/1311.2788 (2013)
Amorim, A., et al., www.aavso.org/possible-nova-centaurus (2013)
Otero, S. and E. Waagen, AAVSO Circular #492 (2013)
Ho Peng Yoke, Vistas in Astronomy **5**, 127-225 (1962)
Frommert, H. and C. Kronberg, http://messier.seds.org/more/m001_sn.html (2006)
Bartolini, C., http://www.eanweb.com/2011/come-osservare-la-prossima-supernova-galattica/ (2011)
Sigismondi, C., D. Hoffleit and R. Coccioli, JAAVSO **30**, 31 http://adsabs.harvard.edu/abs/2001JAVSO..30...31S (2001)
Sigismondi, C., http://adsabs.harvard.edu/abs/2005AsUAI...3...41S (2005)
Thomas, H. M. L., http://adsabs.harvard.edu/abs/1948PhDT.....2T (1948)
Guido, E., et al., IAUC 9265 http://adsabs.harvard.edu/abs/2013IAUC.9265....1G (2013)
Izzo, L., et al., ATEL 5639 http://www.astronomerstelegram.org/?read=5639 (2013)
Sigismondi, C., http://arxiv.org/abs/1112.2356 (2011)
Gaspani, A. and S. Cernuti, http://www.antiqui.it/archeoastronomia/metodi.htm (1996)
Sigismondi, C., http://www.quodlibet.net/articles/sigismondi-mira.shtml (2002)

Costantino Sigismondi è Professore di Fisica all'Istituto Galileo Ferraris di Roma (via Fonteiana 111), insegna anche nelle Università di Roma: Sapienza, Unicampus e all'Ateneo Pontificio Regina Apostolorum. E' astronomo all'Observatorio Nacional di Rio de Janeiro e docente di Astronomia alla Universidade Federal do Rio de Janeiro. Le sue attività di ricerca: Misure in alta precisione del diametro solare; vita, pensiero, scienza e insegnamento di Gerberto di Aurillac. Corsi di insegnamento universitario: Laboratorio di Astrofisica - Solar Physics (2002-oggi), La Terra nel sistema solare (2005-2009), Storia dell'astronomia (2002-oggi).

NUOVA VERSIONE DEL SOFTWARE "RICERCA 6"

Informazioni: http://www.omegalab-atc.com

Autore: **SALVO MASSARO**, salmas@inwind.it



RICERCA:

Versione 6.00.1

Aggiornati tutti i moduli di Ricerca.

Ottimizzate le principali procedure di calcolo.

Estesa la compatibilità con il nuovo MaxIm DL 6.

Ottimizzazione e compatibilità per le nuove librerie della piattaforma ASCOM 6.1.

Integrato il catalogo S.A.O. completo (circa 270.000 stelle).

Ridisegnata la disposizione di alcuni comandi della mappa celeste.

Aggiornato il pannello per la visualizzazione delle immagini della mappa.

Nuova funzione di Drag & Drop di immagini fits dentro la mappa celeste.

Nuova funzione di inserimento di immagini fits (overlay) dentro la mappa celeste.

Aggiornato il pannello per la selezione dei livelli di magnitudine delle stelle della mappa.

Nuova opzione di Auto-Zoom della mappa che può riferirsi alle dimensioni degli oggetti o alle dimensioni del campo inquadrato dal CCD.

Nuova procedura di puntamento del telescopio tramite le coordinate ricavate dalle immagini fits.

Aggiunti numerosi nuovi comandi di elaborazione immagini nel pannello Analisi.

Nuova procedura di calibrazione/apprendimento automatico del campo su ATC tramite immagine fits.

Nuova procedura di combinazione/allineamento automatico delle immagini multiple o acquisite con EOS.

Aggiunta una opzione per la scrittura dei dati WCS nel fits header dopo l'acquisizione delle immagini.

Aggiunto un nuovo comando per lanciare/editare gli script direttamente da Ricerca.

Aggiunto uno script (AutoStart.vbs) per l'inizializzazione completa e automatica dell'osservatorio.

Aggiornato il modulo di Gestione Immagini e Analisi. Adesso è possibile l'apertura multipla di immagini (fits) acquisite.

Aggiunti nuovi comandi nel pannello 'Immagini', con la possibilità di aprire direttamente i file in formato fits.

Possibilità di visualizzare le coordinate equatoriali e altri dati nelle immagini fits direttamente dal pannello 'Immagini'.

Nuovi comandi su O.C.S. per salvare o caricare tutti i parametri di geometria della cupola in un file separato.

Adesso il log file generato da O.C.S. può essere permanente e viene registrato con la durata di ogni mese.

Ridisegnato il pannello 'Informazioni Oggetto' con la possibilità di visualizzare le immagini degli oggetti e altre informazioni aggiuntive.

Aggiornato il pannello 'Ricerca Oggetti' della mappa. Adesso è possibile caricare le liste di comete e asteroidi direttamente da questo pannello.

Aggiornato il pannello per la creazione di 'Liste di Galassie dal PGC'.

Aggiunto il link al tool Aladin (Interactive Sky Atlas).

L'Osservatorio dell'Associazione "Le Pleiadi", www.associazionelepleiadi.com/, che ospita i telescopi di 50 e 60cm, è interamente automatizzato con il software RICERCA della OMEGALAB.

Molte altre piccole modifiche effettuate.

ATC Plus:

Versione 6.00.1
Sostituito il pannello 'Setup - Immagine', col pannello 'Opzioni' del controllo camera.
Aggiunta una opzione per la correzione in tempo reale di pixels e colonne guaste nelle immagini acquisite.
Aggiunte una opzione di spegnimento automatico dei canali analogici (OCS III), dopo il parcheggio del telescopio.
Aggiunta la funzione di dithering durante l'acquisizione delle immagini multiple. Opzione presente nei moduli EOS e ATC.
Aggiornati molti comandi e spostati alcuni menu del pannello di controllo camera.
Aggiunti nel pannello 'Opzioni' di numerosi filtri di elaborazione delle immagini acquisite.
Aggiunti nel pannello 'Opzioni' di numerosi filtri di stretching delle immagini acquisite.
Aggiunto il comando 'Elimina' nel Pannello di controllo degli scripts.
Adesso, dopo il parcheggio, ATC spegne automaticamente le luci della cupola.
Potenziata la procedura di APS per le immagini di grandi dimensioni.
Molte altre piccole modifiche effettuate.

ATNc:

Versione 3.33.3
Conversione di ATNc in componente Active-X, ASCOM.
ATNc adesso può essere controllato da tutti i software planetari.
Maggiore interattività e controllo dello stato dell'osservatorio remoto.
Aumentati gli avvisi da parte del server durante le operazioni eseguite dal sistema remoto.
Possibilità di seguire sessioni osservative in parte,o totalmente, simulate.
Informazioni sul tipo di montatura utilizzata dal telescopio remoto.
Informazioni in real time dell'orientamento del telescopio nel casi di montature alla tedesca (side of pier).
Inversione automatica delle immagini acquisite o DSS al passaggio al meridiano (montature alla tedesca).
Ampliato di molto il feedback tra il client e il server (puntamento stella luminosa, stella di messa a fuoco, ecc.).
Potenziato il controllo da parte di Ricerca e planetari esterni (TheSky, Cartes du Ciel, ecc.).
Adesso molte più operazioni del server sono mostrate in dettaglio e in tempo reale a tutti i client connessi.
Aggiunto un pannello per la visualizzazione del log file e dello stato di allarme pioggia.
Aggiunto un comando per il controllo dello stato di accensione dei dispositivi.
Aggiunto un comando di rotazione di 180° delle immagini scaricate dal catalogo DSS.
Aggiunti molti comandi con privilegi di amministratore.
Aggiornato e ampliato il pannello dei comandi di amministratore
Corretto un bug sull'attivazione della procedura di APS.
Corretto un bug sull'invio simultaneo delle immagini acquisite.
Aggiunto un link al tool Aladin (Interactive Sky Atlas).
Molte altre modifiche effettuate.

QUALCHE OSSERVAZIONE SUI *CATASTERISMI* DI ERATOSTENE DI CIRENE

Felice Stoppa
www.atlascoelestis.com/

FIG. 1: *Eratostene di Cirene mentre insegna. Olio su tela di Bernardo Strozzi, XVII secolo.*

Questo articolo si propone lo scopo di dare alcune informazioni preliminari sull'opera di descrizione e di catalogazione del cielo stellato operata dall'astronomo greco Eratostene di Cirene (280-198 a.C.) intorno al secondo secolo prima di Cristo.

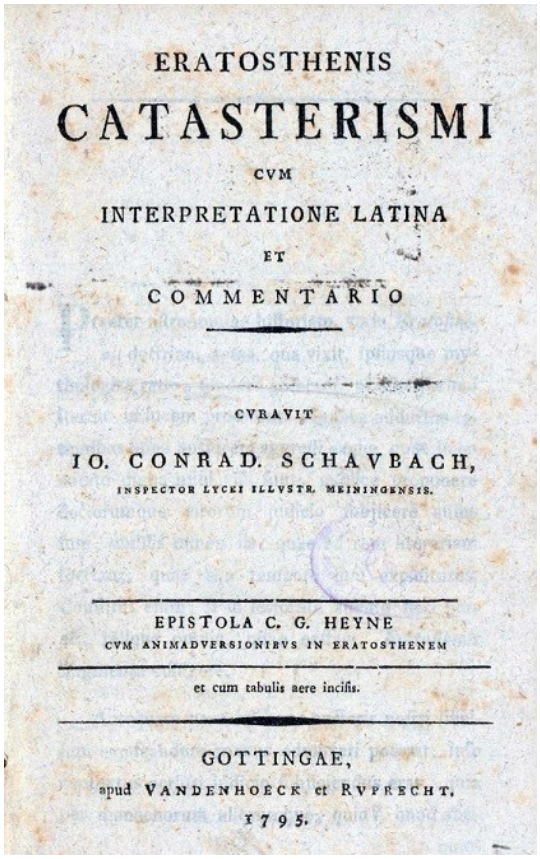
La scelta di soffermarmi su questo autore, poco conosciuto al pubblico per quanto riguarda il suo contributo alla catalogazione delle costellazioni celesti, è data dal fatto che generalmente ci si riferisce a Tolomeo e alla sua opera *Almagesto* (composta intorno al 150 d.C.), specialmente nelle opere divulgative, quale unica opera consolidata e vera fonte delle nostre conoscenze moderne. Potremo invece vedere come l'opera di Eratostene possa essere considerata come una fonte in certe parti indipendente e non assimilata da quella dell'astronomo alessandrino, al punto di congetturare l'esistenza di due scuole più antiche, indipendenti tra loro e solo parzialmente sovrapponibili, che ispirarono i loro diversi lavori. Questa ipotesi, ancora non del tutto dimostrata, può comunque essere foriera di nuovi studi che vadano a colmare le enormi lacune nella ricostruzione dell'albero genealogico delle nostre conoscenze di storia dell'astronomia.

Opera in questo senso un progetto condotto da Anna Santoni della Scuola Normale Superiore di Pisa che ha lo scopo di tradurre filologicamente i manoscritti medievali di argomento astronomico non ancora indagati e che ha visto nel mese di ottobre 2013 il secondo convegno dedicato a questo tema col titolo *Poesia delle stelle fra antichità e medioevo*.

Al convegno hanno presentato relazioni importanti ricercatori di università italiane e straniere, tra i quali Kristen Lippincott di Londra, autrice dello spettacolare sito web *The Saxl Project: Manuscripts, Illustrations, Bibliography. Medioevo e Rinascimento,* nel quale si possono esaminare ed ammirare centinaia di manoscritti astronomici illustrati relativi a quel periodo.

Con caratteristiche simili a quello della Lippincott è stato presentato al convegno di Pisa il sito *Certissima Signa*, a

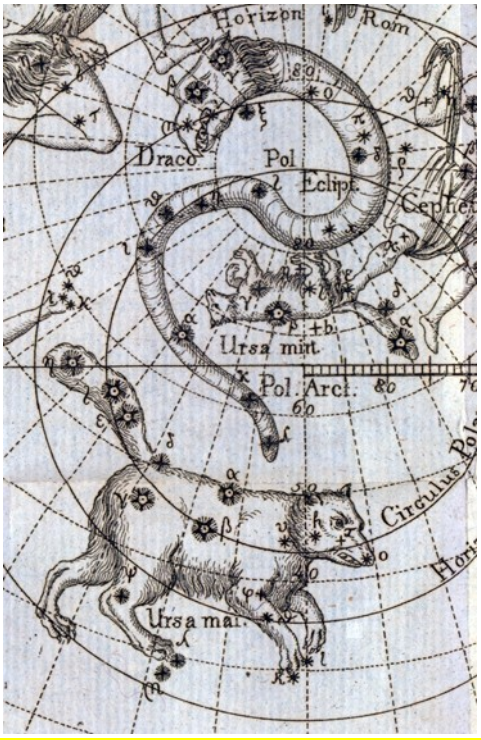
FIG. 2: *Joos van Gent, Tolomeo (1450 ca.)*


ERATOSTHENIS
CATASTERISMI
CVM
INTERPRETATIONE LATINA
ET
COMMENTARIO
CVRAVIT
IO. CONRAD. SCHAVBACH,
INSPECTOR LYCEI ILLVSTR. MEININGENSIS.
EPISTOLA C. G. HEYNE
CVM ANIMADVERSIONIBVS IN ERATOSTHENEM
et cum tabulis aere incisis.
GOTTINGAE,
apud VANDENHOECK et RVPRECHT.
1795.

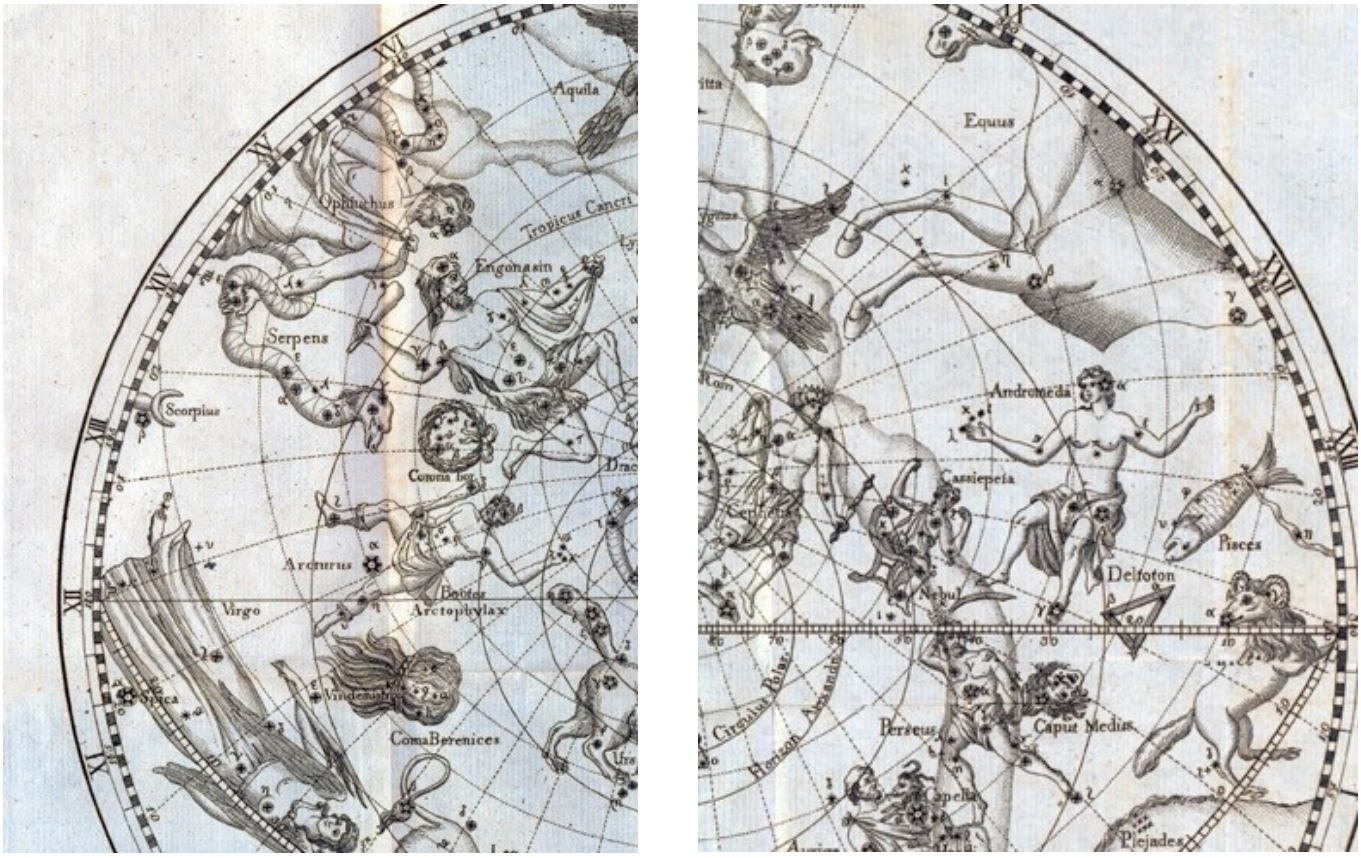
FIGG. 3,4: *Frontespizio dell'opera di Conrad Schaubach; a destra, Hemisphaerium Boreale*

cura del gruppo di studio diretto da Anna Santoni, che da oltre due anni va arricchendosi dei contributi di ricercatori italiani e internazionali sullo stesso tema.

Come di consueto, affronterò l'argomento di questo articolo, partendo dall'esame di un documento particolare.



FIGG. 5,6: *Hemisphaerium Australe; a destra, Particolare dell' Hemisphaerium Boreale, la cupola intorno al polo punto di partenza per la descrizione delle costellazioni.*



FIGG. 7,8: *Schaubach: Particolare dell'*Hemisphaerium Boreale*, a sinistra, la prima zona; a destra, la terza zona.*

Si tratta di due tavole che raffigurano il cielo stellato in epoca alessandrina, inserite nel fondamentale testo, di fine Settecento, di Johann Conrad Schaubach (1658-1716): *Eratosthenis Catasterismi cum interpretatione latina et commentario* (Fig. 3).

Le due tavole di figg. 4 e 5, sono dedicate alle costellazioni boreali e australi, e sono allegate al testo di Schaubach, una delle prime traduzioni moderne dell'opera di Eratostene, pubblicata a Gottinga nel 1795 e che è possibile esaminare nel suo complesso al seguente indirizzo: www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/727970?lang=en

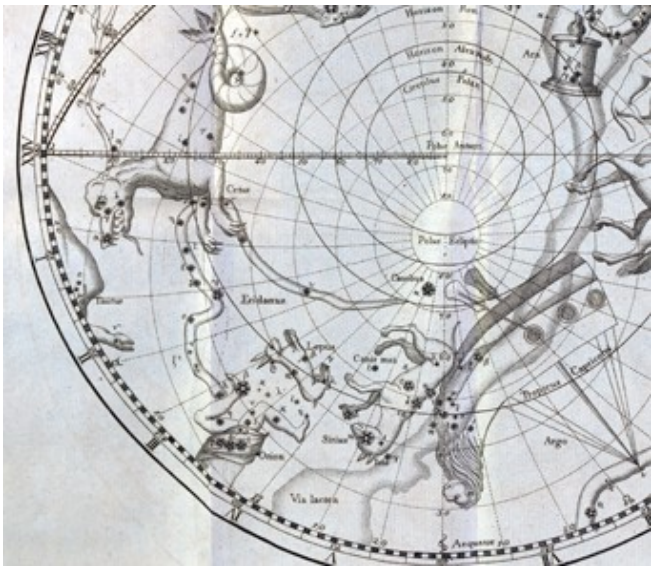
FIG. 9: *Schaubach: Particolare dell' Hemisphaerium Boreale, la seconda zona.*

Le due tavole rappresentano, in proiezione polare equatoriale convessa, i due emisferi celesti a partire dai rispettivi poli fino alla circonferenza dell'equatore dove può essere letta l'A. R. con l'approssimazione del grado. Sono presenti, uno sovrapposto all'altro, sia il reticolo di riferimento equatoriale che quello eclittico.

Oltre al cerchio equatoriale, a quelli polare artico e antartico, ai circoli dei tropici e all'eclittica viene disegnato il circolo dell'orizzonte relativo a Roma e ad Alessandria d'Egitto. Come si può notare dal forte spostamento della stella alfa dell'Orsa Minore (Fig. 06) rispetto al polo celeste l'epoca per le quali sono posizionate le stelle sui relativi reticoli non è quella corrispondente alla produzione del volume di Schaubach, cioè intorno al 1795, bensì quella tra il secondo ed il terzo secolo avanti Cristo, epoca alla quale si fa risalire la stesura originale dei *Catasterismi*.

Le stelle, divise in classi di sei grandezze, sono denominate con lettere dell'alfabeto greco e latino secondo il metodo di Bayer, utilizzato per la prima volta nella sua *Uranometria* del 1603.

Sebbene le due tavole manifestino alcune caratteristiche proprie delle descrizioni di Eratostene, quali il ca-

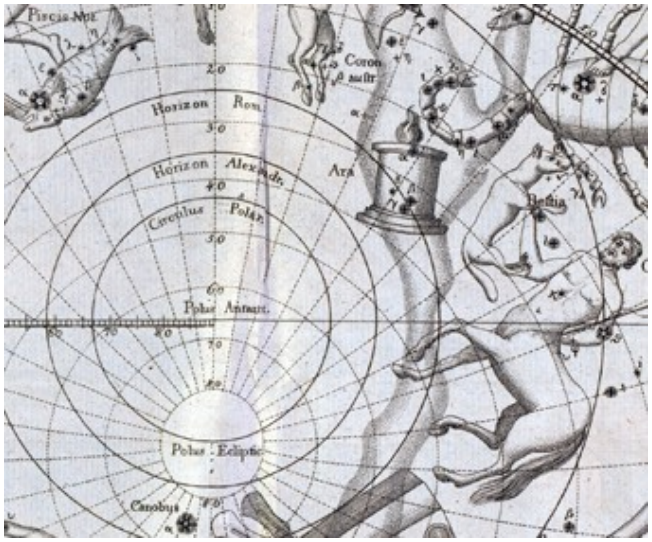


FIGG. 10, 11: *Schaubach, particolare dell'* Hemisphaerium Boreale, *a fianco, parte della quarta zona ; sotto: la quinta zona.*

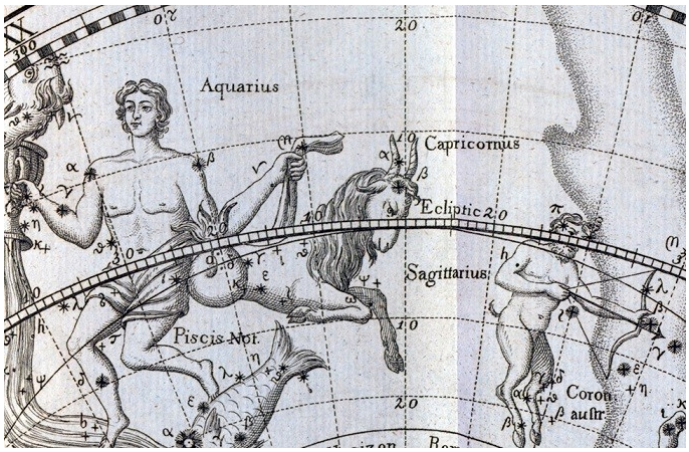
vallo Pegaso senza ali, oppure il Sagittario sotto forma di satiro (Fig. 14) , la mancanza della Bilancia (Fig. 13) e la presenza della Chioma di Berenice (Fig. 25), non si può sostenere che i due planisferi corrispondano fedelmente al testo dell'astronomo greco, sia per i nomi utilizzati e, principalmente, per il numero di costellazioni rappresentate.

D'accordo con il giudizio espresso da Anna Santoni nel suo Eratostene, Epitome dei Catasterismi, se dovessi scegliere una rappresentazione più somigliante al testo di Eratostene sceglierei la tavole del foglio 10ᵛ contenuta nel manoscritto del Codice NLW735C , risalente al 1000 circa, conservato nella *National Library* del Galles (fig. 15), che illustra la traduzione di Germanico dei Fenomeni di Arato.

L'opera originale di Eratostene, che Jean Martin, con il suo volume del 1956, *Histoire du texte des Phènomènes d'Aratos*, Parigi, gli attribuisce definitivamente, non ci è giunta completa essendo i *Catasterismi* che conosciamo soltanto una sua riduzione datata dallo stesso Martin intorno al secondo o terzo secolo della nostra era (mentre P. Charvet propende per il II sec. A.C.) e che nella nostra tradizione viene denominata *Epitome dei Catasterismi*, riprodotta in molte edizioni tra le quali di riferimento risulta il manoscritto ms. *Edimburgensis Adv*. 18.7.15 del XIII secolo.

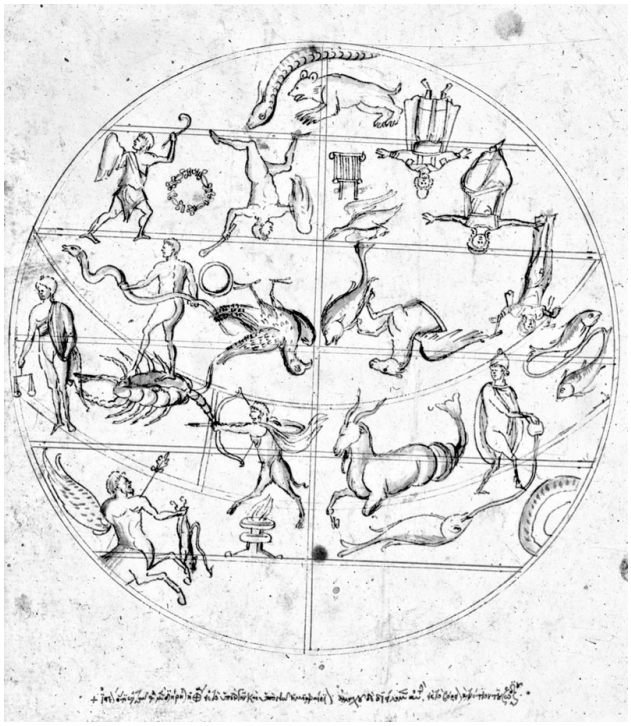


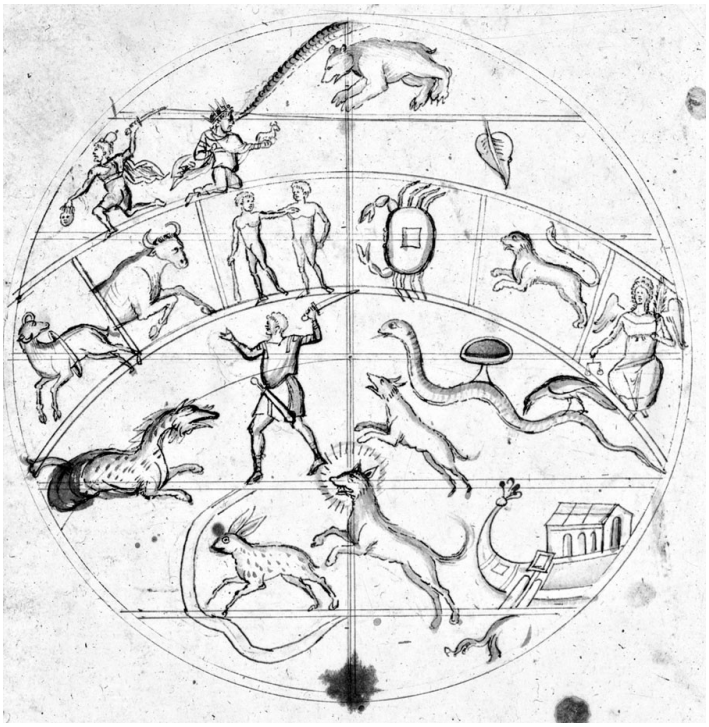
FIGG. 12,13: *Schaubach: particolari dell'* Hemisphaerium Australe: *a sinistra, parte della sesta zona. A destra: lo Scorpione*



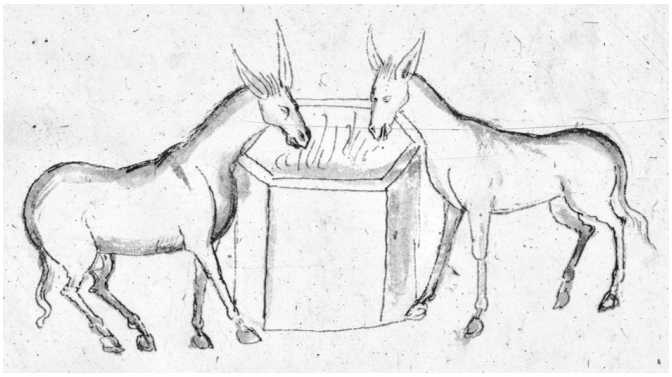
FIGG. 14, 15: *sopra, Schaubach: il Sagittario rappresentato come un satiro; a destra: Planisfero Boreale in Codice NLW 735 fol 10v risalente al 1000 circa, conservato nella National Library del Galles, che illustra la traduzione di Germanico dei Fenomeni di Arato.*

Quest'opera, ridotta, comunque indipendente dall'altra opera astronomica allora conosciuta di Arato di Soli, *I fenomeni*, non contiene definizioni astronomiche relative a griglie di riferimento concernenti le posizioni, le levate e i tramonti di stelle, come probabilmente l'opera originale conteneva, ma elenca con buona precisione la posizione anatomica delle stelle relativamente al personaggio mitologico delle singole costellazioni alle quali vengono dedicati singoli capitoli, ognuno sempre comprensivo della descrizione del mito letterario che sostiene ogni costellazione. Il testo ridotto, a noi noto, è composto di 44 capitoli, 42 dedicati alle costellazioni, gli altri





FIGG. 16, 17: *A sinistra, Codice Vaticanus Graecus 1087 del XIV secolo, fol 309 v, planisfero centrato sull' equatore, dalla Vergine ai Pesci. La Vergine, in questa immagine, sostituisce la Bilancia e viene disegnata per riempire il vuoto rappresentato dalla mancanza della dodicesima costellazione zodiacale. A destra, nello stesso Codice, fol 310 r, planisfero centrato sull' equatore dall' Ariete alla Vergine.*

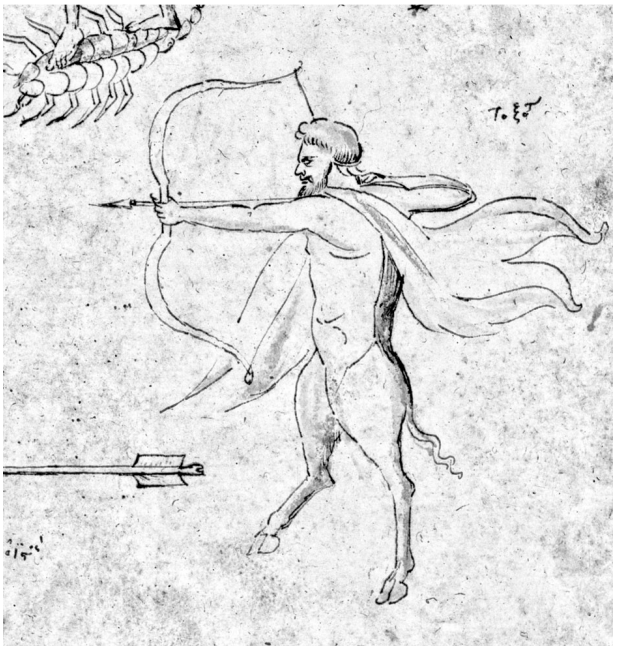


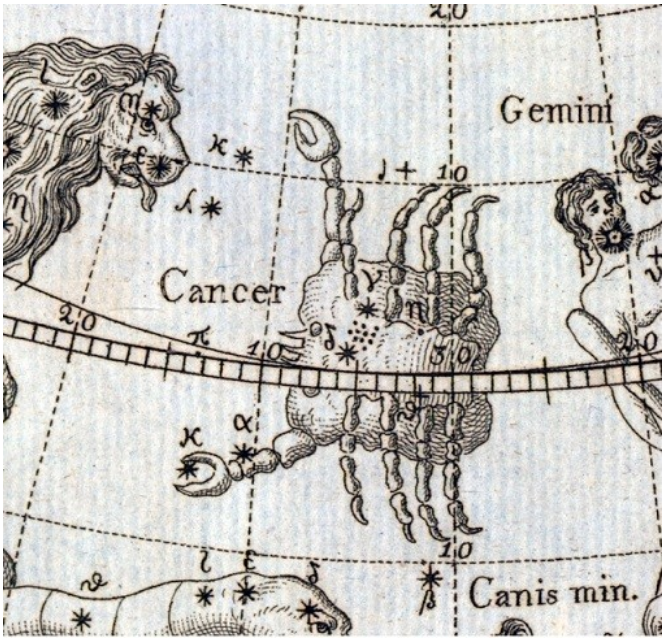
FIGG. 18, 19: *A sinistra,* Codice Vaticanus Graecus *1087 del XIV secolo, fol 310 v, planisfero boreale. Sopra: dallo stesso codice, fol 302 v, La costellazione degli Aselli e della Mangiatoia (Il Presepe).*

due ai 5 pianeti e alla Via Lattea. Ogni capitolo parte con la descrizione del catasterismo, cioè quel processo che partendo dal mito letterario arriva a collocare nel cielo stellato il personaggio mitologico, a cui segue la descrizione della sua immagine sulla quale vengono posizionate anatomicamente le singole stelle.

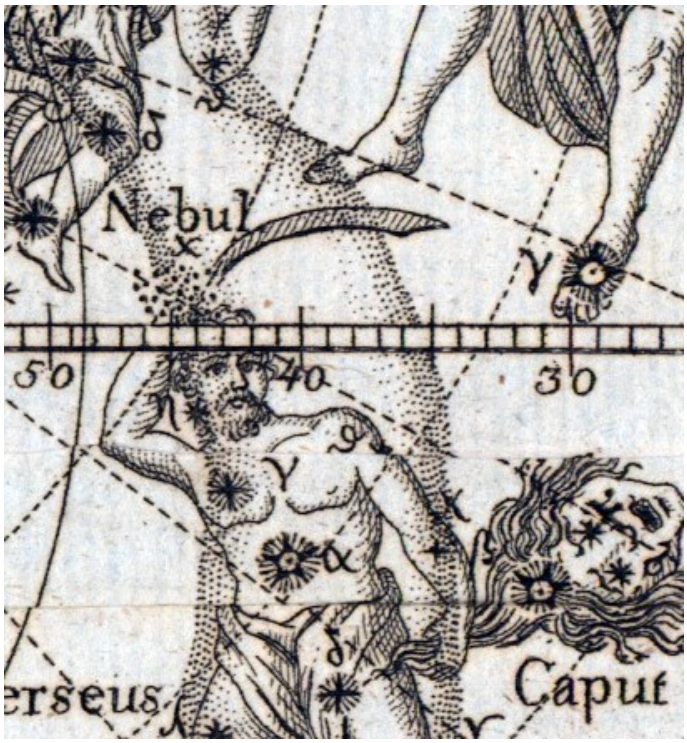
In questo modo vengono presentate insieme due forme di conoscenza praticate dagli antichi, quella mitica (che non permette verifica né confutazione e si esprime in un tipo di discorso chiamato *mythos*) e quella "scientifica" (che al contrario pretende la confutazione e la verifica, pratiche pertinenti al tipo di discorso che i greci, almeno da Platone, consapevolmente distinguono e chiamano *logos*, e può avvalersi dell'osservazione, della misurazione, dell'esperienza, si veda: Santoni, 2009).

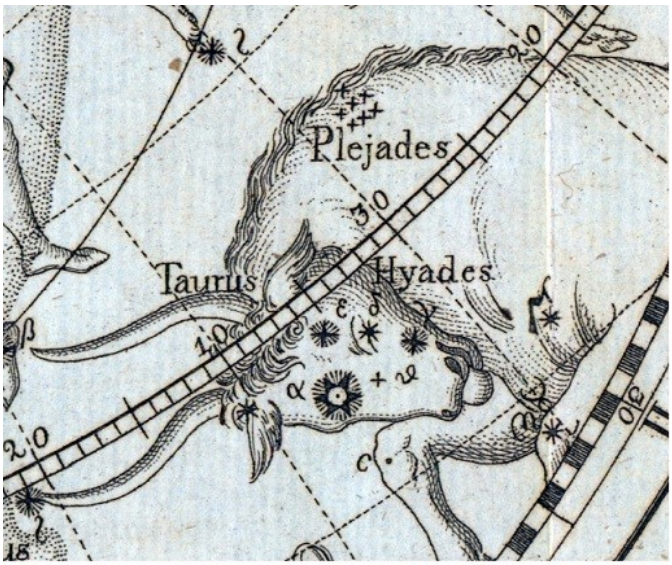
Nella prima delle quattro parti in cui è possibile distinguere il testo di Eratostene vengono descritte tutte le costellazioni boreali e buona parte di quelle zodiacali, nella seconda parte troviamo le costellazioni australi e tre zodiacali, la terza e la quarta parte sono dedicate rispettivamente ai Pianeti e alla Via Lattea. Nell'Epitome le costellazioni sono elencate suddividendo il cielo in sei zone e sono presentate secondo lo stesso ordine di Arato.





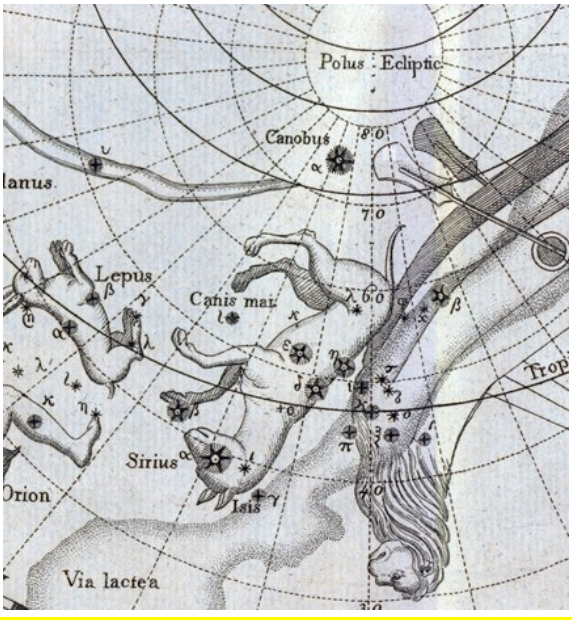
FIGG. 20, 21: A sinistra, Codice Vaticanus Graecus 1087 del XIV secolo, fol 306 r, Il Sagittario, a destra, da Schaubach, il Cancer e l'ammasso del Presepe.

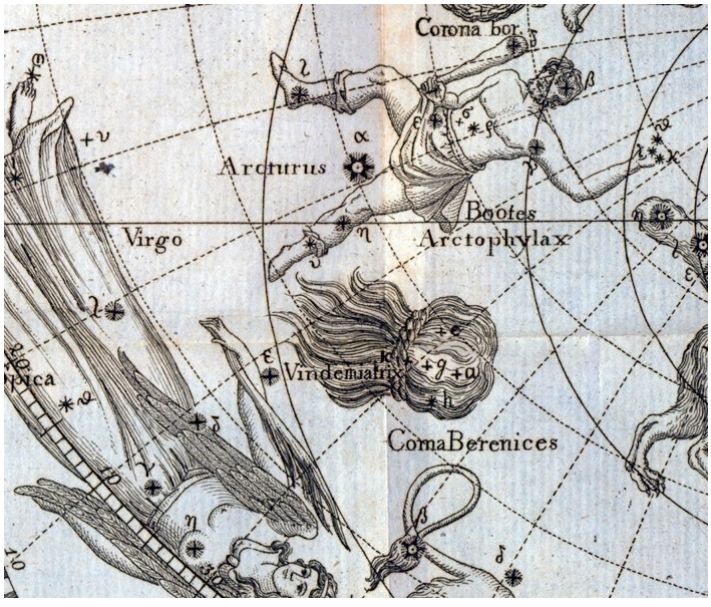




FIGG. 22, 23: *A sinistra: da Schaubach, la costellazione Perseus ed il doppio ammasso; sopra: Schaubach, Taurus e le Plejades e Hyades.*

Intorno alla cupola centrale composta dal Drago e dalle Orse (fig. 6) si distribuiscono ad anello, da est a ovest, le quattro zone che comprendono le costellazioni a nord dell'eclittica (1-9, 10-14, 15-23, 24-31, vedi figg. 7 - 10).
Le altre due zone (fig. 11 e fig. 12) formano una fascia che comprende le costellazioni a sud dell'eclittica a partire da Orione per finire con Procione, il nostro Cane Minore, (32-37) e (38-42).
Alcune contraddizioni all'interno del testo però, come quella di indicare Cefeo come quarta costellazione, mentre la troviamo al quindicesimo posto, o di definire la Lyra come la nona costellazione, mentre la troviamo ventiquattresima oppure di non trovare descritte le costellazioni zodiacali dopo quella di Procione, come l'autore si riproponeva nel testo, fanno pensare all'esistenza di un altro ordine più antico, probabilmente appartenuto all'edizione originaria dei Catasterismi, ordine che bene si adegua a quello descritto nel secondo e terzo capitolo del *De Astronomia* di Hygino, autore che dichiara espressamente di essersi ispirato all'opera originale di Eratostene che noi abbiamo perduto. Questa più antica suddivisione non ha come cen-





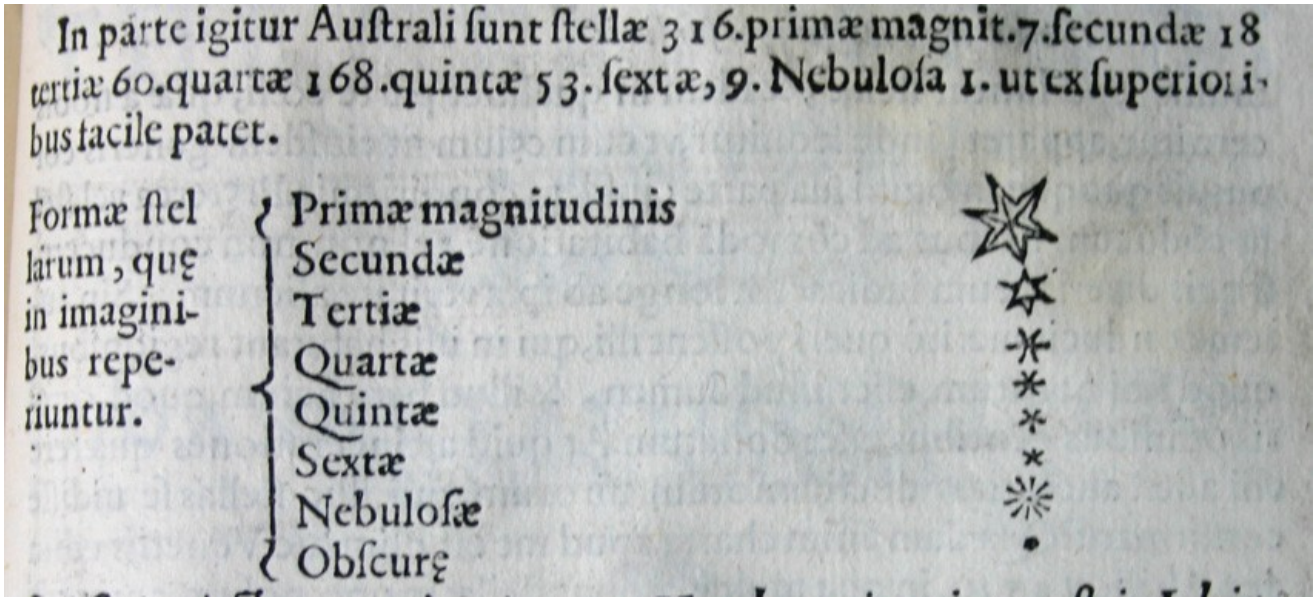
Figg. 24, 25: *A sinistra, da Schaubach: Canobus e Sirius, a destra, Coma Berenices*

Fig. 26: *Codice NLW 735: Una rara rappresentazione degli Aselli e della Mangiatoia (Presepe) disegnati sopra il guscio del Cancer.*

tro di riferimento la sola eclittica bensì, e in modo primario, l'equatore:

1) Zona delle costellazioni boreali suddivise per cerchi e fasce intorno al polo equatoriale: a) all'interno del cerchio artico, b) tra il cerchio artico e il tropico del Cancro, c) tra il tropico del Cancro e l'equatore.
2) Zona delle costellazioni zodiacali
3) Zona delle costellazioni australi suddivise in cerchi e fasce a partire dall'equatore: a) tra l'equatore e il tropico del Capricorno, b) tra il tropico del Capricorno e il cerchio antartico
4) I pianeti.

Quest'ultima struttura è anche quella seguita in un manoscritto anonimo latino, il codice Laurentianus LXXXVII 10, studiato da A. Rehem nel 1899 in *Zu Hipparch und Eratosthenes*.
Nei 44 capitoli dell'Epitome vengono nominate 56 costellazioni attraverso nomi indipendenti, di queste 41, trattate in singoli capitoli, corrispondono ad altrettante costellazioni tolemaiche. Altre quattro costellazioni tolemaiche vengono trattate, non indipendentemente, bensì in associazione ad altre (Bestia, Corvo, Cratere, Serpente). Vi sono poi altre 11 costellazioni non tolemaiche, tra le quali, unica attualmente esistente, la Chioma di Berenice (Fig. 25) (che diventa Chioma di Arianna quando viene descritta la Corona, capitolo 5). Non vengono citate con il loro nome le seguenti costellazioni tolemaiche: Corona Australe (associabile però alla Barca di Eratostene), Equuleus (che manca del tutto), Libra (associabile però alle Chele di Eratostene, fig 13). Le undici costellazioni non tolemaiche sono: Pleiadi (indipendenti nel capitolo 23, fig. 23), Chele (capitolo 7 con lo Scorpione), uno dei Gemelli (Polluce e Castore vengono trattati infatti separatamente, rispettivamente con 9 e 10 stelle distinte, nel capitolo 10), Chioma di Berenice (trattata nel capitolo 12 con il Leone), la Capra e i Capretti (capitolo 13 con Auriga), Hyades (capitolo 14 con il Toro, Fig. 23), uno dei Pesci ed il Nastro che li unisce (nel capitolo 21 i due pesci e il na-


In parte igitur Auſtrali ſunt ſtellæ 3 1 6. primæ magnit. 7. ſecundæ 1 8
tertiæ 60. quartæ 1 68. quintæ 5 3. ſextæ, 9. Nebuloſa 1. ut ex ſuperioribus facile patet.

Formæ ſtellarum, quę in imaginibus reperiuntur.

- Primæ magnitudinis
- Secundæ
- Tertiæ
- Quartæ
- Quintæ
- Sextæ
- Nebuloſæ
- Obſcurę

Fig. 27: *La suddivisione in magnitudini delle stelle. Si noti che si indicano, con simboli grafici, le* Nebulosae *e le* Obscure. *Da: Giovanni Paolo Gallucci,* Theatrum Mundi, *Venezia 1588. In: Atlas Coelestis,* http://www.atlascoelestis.com/gal%2075.htm.

stro di collegamento vengono descritti come gruppi di stelle distinte), Fiume d'acqua (distinto da Acquario nel capitolo 26), Barca (nel capitolo 28 con il Sagittario) Quest'ultimo personaggio, il Sagittario, è rappresentato da un satiro e non da un centauro in quanto secondo Eratostene non è caratteristica propria dei centauri di far uso dell'arco (Fig. 14).

Nell'*Epitome* dei *Catasterismi* vengono enumerate 736 stelle e descritti il Doppio ammasso nel Perseo (Capitolo 22, fig. 22) e l'Ammasso del Presepe nel Cancro (fig. 21) che viene chiamato però La mangiatoia (Capitolo 11, fig. 26), i due ammassi appaiono anche nella tavola di Schaubach. Sono presenti con il loro nome le seguenti stelle: Arturo nel Boote, Spiga e Vendemmiatrice nella Vergine, Propo nei Gemelli, Asini nel Cancro, Capra e Capretti nell'Auriga, Canopo in Argo e nel Fiume, Sirio nel Cane (fig. 24) e Procione con il cui nome si identifica sia la costellazione che la stella in essa più luminosa. Tutte queste stelle vengono nominate anche nei planisferi di Schaubach ad esclusione degli Asini del Cancro.

I Catasterismi di Eratostene ci sono pervenuti anche in una ulteriore versione in 25 capitoli, quindi ancora più ridotta dell'Epitome, non contemplata da Schaubach, contenuta nel codice Vaticanus Graecus 1087 del XIV secolo. I 25 capitoli sono denominati Fragmenta Vaticana. Su questa importante opera, mai tradotta in italiano, verte il lavoro di analisi e traduzione di questi due ultimi anni del gruppo di lavoro della Normale di Pisa, condotto da Anna Santoni, e che ha portato alla pubblicazione, proprio in questi giorni, del volume *Antiche stelle a Bisanzio. Il codice Vat. gr. 1087* (figg. 16-20).

BIBLIOGRAFIA

J. C. Schaubach, *Eratosthenis Catasterismi cum interpretazione Latina et commento*, Gottingen 1795

A . Rehm, *Eratosthenis Catasterismorum Fragmenta Vaticana*, Ansbach 1899

J. Martin, *Histoire du texte des Phènomènes d'Aratos*, Parigi 1956

P. Domenicucci, *Astra Caesarum, Astronomia, astrologia e catasterismo da Cesare a Domiziano*, Edizioni ETS, Pisa, 1996

Theony Condos, Star Myths of the Greeks and Romans: A Sourcebook containing 'The Constellations' of Pseudo Eratosthenes and the 'Poetic Astronomy' of Hyginus, Phanes Press, Grand Rapids, 1997

P. Charvet, A. Zucker, J. P. Brunet, R. Nadal, Le Ciel, *Mythes et histoire des constellations NiL editions*, Paris, 1998

J. Pamias Massana, *Eratostenes de Cirene, Catasterismes*, Barcelona 2004

A. Zucker, *La function de l'image dans l'astronomie grecque in Eratosthène. Un atlète du savoir*, Publications de l'Université de Saint-Etienne, Saint-Etienne, 2008

J. Pamias, K. Geus, Sternsagen, *Utopica*, Oberhaid, 2007

A. Santoni, Eratostene, *Epitome dei Catasterismi*, Edizioni ETS, Pisa, 2009

G. Chiarini, G. Guidorizzi, *Igino Mitologia Astrale*, Adelphi, Milano 2009

E. Dekker, *Illustrating the PHAENOMENA, Celestial Cartography in Antiquity an the Middle Ages*, Oxford University Press, Oxfor 2013

A.V, *Antiche stelle a Bisanzio. Il codice Vat. gr. 1087*, Edizioni della Normale, Pisa 2013

G. Vanin, *Catasterismi, l'origine, la storia, il mito delle costellazioni*, Edizioni Rheticus-DBS Zanetti, Feltre, Dicembre 2013

Arnaud ZUCKER ,(U.N.S., Cepam UMR 6130): www.atlascoelestis.com/Zucker%20base%20i.htm

Felice Stoppa di Milano lavora nel campo dell'editoria scolastica da oltre quarant'anni. Cultore di storia dell'astronomia ha ristampato filologicamente i più importanti atlanti celesti classici. Dirige il sito www.atlascoelestis.com dedicato alla storia della cartografia celeste.

10 maggio 2014: OCCHI SU SATURNO

www.occhisusaturno.it/

Osservare il pianeta più bello del Sistema Solare e soprattutto avvicinarsi all'astronomia ricordando la figura di un grande astronomo italiano: Gian Domenico Cassini, uno dei maggiori studiosi di Saturno del Seicento, al quale è dedicata la sonda spaziale che sta tutt'ora orbitando intorno al fantastico pianeta con gli anelli…

"Occhi Su Saturno" è alla terza edizione: una grande iniziativa, a livello nazionale, che coinvolge associazioni astrofili, singoli appassionati, osservatori astronomici e planetari.
Nata nel 2012 da un'idea dell'associazione di promozione sociale **Stellaria** di Perinaldo, www.astroperinaldo.it, per celebrare i 300 anni dalla scomparsa di **Gian Domenico Cassini**, il grande astronomo perinaldese del Seicento che fu un osservatore di Saturno tra i più attenti del suo secolo e del quale scoprì ben 4 satelliti e una "divisione" tra gli anelli che ancora oggi porta il suo nome: quale miglior modo per celebrarlo se non proporre a tutti gli appassionati di osservare dal vivo questo magnifico pianeta?
L'iniziativa ha il patrocinio della Società **Astronomica Italiana**, dell'**Istituto Nazionale di Astrofisica**, dell'**Agenzia Spaziale Italiana**, **dell'Unione Astrofili Italiani** e dell'**European Astrosky Network**. L'organizzazione è curata dall'Associazione Stellaria, in collaborazione con l'**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali** (IAPS) di Roma con il prezioso supporto di decine di osservatori astronomici, planetari e gruppi di appassionati di tutta Italia. Nella prima edizione, nel 2012, sono stati 49 gli eventi organizzati in 14 regioni italiane, nel 2013 si sono raggiunti i 108 eventi in 19 regioni italiane ed alcune in Svizzera, con il coinvolgimento di migliaia di persone.

Perché "Occhi su Saturno"?

Quanti sguardi si sono posati su questo magnifico pianeta? Da quelli dei grandi astronomi del passato, dei poeti e letterati e dei tanti astrofili che magari si sono appassionati all'astronomia proprio scoprendo Saturno al telescopio, agli "sguardi elettronici" delle sonde spaziali. Mancano all'appello "gli occhi" dei tanti che guardano il cielo distrattamente considerandolo una semplice appendice del panorama terrestre. Con "Occhi Su Saturno" vogliamo dare la possibilità a tutti di dare uno sguardo a questo straordinario pianeta attraverso un telescopio e scoprire le meraviglie, troppo spesso dimenticate, che brillano nel cielo notturno.

Gian Domenico Cassini: da Perinaldo a Saturno

Gian Domenico Cassini fu un grande astronomo del XVII secolo, nato nel piccolo borgo ligure di Perinaldo, in provincia di Imperia. Completò i suoi studi e Bologna e nel 1669 venne chiamato a dirigere l'osservatorio di Parigi. Di Saturno scoprì ben 4 satelliti: Giapeto, Rea, Teti e Dione e la divisione tra gli anelli che ancora oggi porta il suo nome. La **sonda Cassini**, a lui dedicata, sta tutt'ora viaggiando intorno a Saturno regalandoci splendide visioni di questo pianeta. Far scoprire al pubblico il pianeta che ha tanto osservato e studiato ci sembra il miglior modo per ricordare questo grande astronomo italiano.

L'OSSERVAZIONE DI SATURNO NEL SEICENTO E I GRANDI CANNOCCHIALI AEREI

Rodolfo Calanca
rodolfo.calanca@gmail.com

FIG. 1: *Raffigurazione di un osservatorio astronomico secentesco, con un lunghissimo telescopio sospeso su corde e verricelli che ricordano i pennoni delle navi del tempo, contornato da quadranti e sestanti alla maniera di Tycho Brahe. Il disegno è ispirato ad una stampa della specola dell'astronomo di Danzica, Johannes Hevelius, eretta sul tetto della sua abitazione, pubblicata nell'opera: "Machinae Coelestis, pars 1", Dan-*

"Forse Saturno si ha divorati i proprii figli?"
Con gusto tipicamente barocco, sempre allusivo e criptico, il 4 agosto 1610 Galileo comunica a Keplero un difficile anagramma astronomico in latino:

Smaismrmilmepoetaleumibunenugttaurias.

Davanti a questa successione di lettere, Keplero non si perde d'animo e dopo averci a lungo ruminato sopra fornisce un'interpretazione assolutamente sbagliata che, in un latino maccheronico, chiama in causa un'ipotetica luna di Marte: *Salve umbistineum geminatum Martia proles* (Salve o gemello infuocato figlio di Marte).
Al contrario, con l'espressione che risolve l'anagramma: "*Ho osservato il pianeta più alto in forma trina*" (in latino: *Altissimum planetam termigeminum observavi*), Galileo intende invece annunciare, al lontano astronomo imperiale, di aver scorto due enormi lune immobili ai fianchi di Saturno.
Nella *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari* del 1612, Galileo conferma le osservazioni dei due anni precedenti:
"*Non mi risolverei a porre intorno a Saturno altro che quello che già osservai e scopersi, cioè due piccole stelle, che lo toccano uno a levante e l'altra verso ponente, nelle quali non s'è mai per ancora veduta mutazione alcuna, né risolutamente è per vedersi per l'avvenire*".
Di lì a poco è però costretto a cambiare idea, allorché Saturno si mostra solitario, completamente privo delle sue presunte lune. I dubbi sulla validità dell'ipotesi di una costituzione "trina", diventano così molto forti:

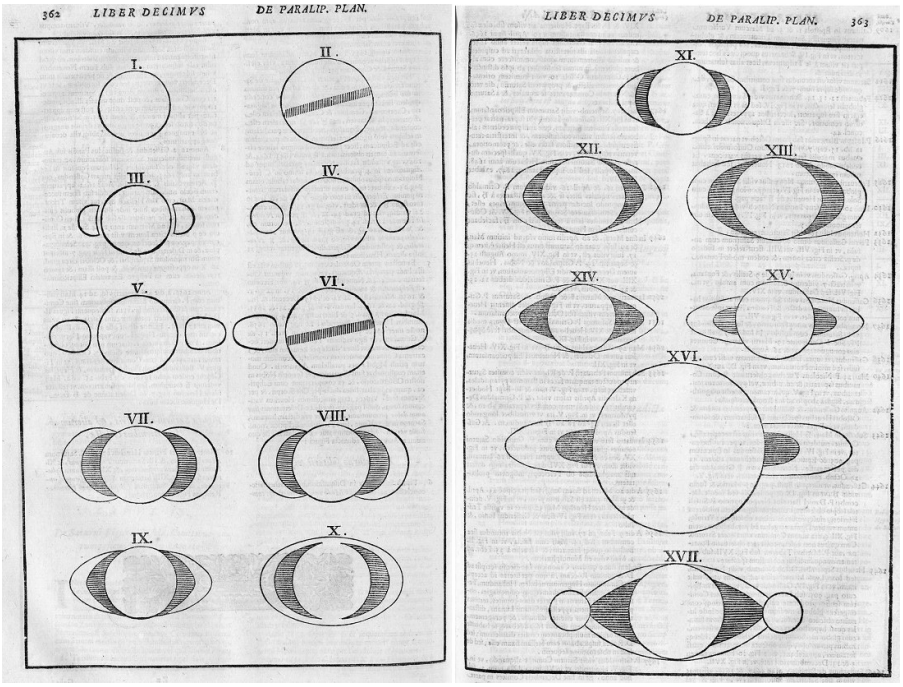


FIG. 2: *Diversi disegni di Saturno così come fu rappresentato da numerosi osservatori nella prima metà del Seicento. Ad esempio, in fig. IV, così come lo descrive Galileo nel 1612; nelle figg. VII e VIII i disegni di Pierre Gassendi del 1633; in fig. XIII, uno schizzo del pianeta eseguito da Joannes Hevelius il 23 dicembre 1649. Infine, in fig. XVII, l'osservazione del napoletano Francesco Fontana del dicembre 1645. Da notare che nessuna delle immagini riportate mostra la corretta figura degli anelli* (tratto da: G.B. Riccioli, "Astronomiae Reformatae", t. I, Bologna 1655).

"...tornato a rimirarlo i giorni passati, l'ho ritrovato solitario, senza l'assistenza delle consuete stelle, ed in somma perfettamente rotondo e terminato come Giove, e tale si va tuttavia mantenendo. Ora che si ha da dire in così strana metamorfosi? Forse si sono consumate le due minori stelle, al modo delle macchie solari? Forse Saturno si ha divorati i proprii figli?".

Il problema della forma di Saturno scuote così tanto le certezze di Galileo da fargli dubitare del suo strumento d'osservazione: "*E' stata illusione e fraude l'apparenza con la quale i cristalli hanno per tanto tempo ingannato me con tanti altri?*".

Con scarsa convinzione, e nessun successo, tenta di predire la riapparizione delle "stelle":

"Le due minori stelle Saturnie, le quali di presente stanno celate, forse si scopriranno un poco per due mesi intorno al solstizio estivo dell'anno prossimo futuro 1613, e poi s'asconderanno, restando celate sin verso il brumal solstizio dell'anno 1614".

Per i quattro decenni successivi, Saturno è sostanzialmente percepito alla maniera di Galileo. A nulla servono i miglioramenti apportati al cannocchiale, in particolare grazie all'introduzione della variante detta kepleriana. Si tratta di un nuovo strumento costituito da obiettivo ed oculare convessi proposto da Giovanni Keplero (1571-1630) nel 1611, ma realizzato per la prima volta solo vent'anni dopo, che si rivela superiore a quello a visione diritta di Galileo. Ma anche questo nuovo strumento non è sufficiente a svelare il mistero di Saturno. Gli astronomi di tutta Europa continuano ad arrovellarsi sulla strano forma del pianeta: Christoph Scheiner (1573-1650), Giovanni Battista Riccioli (1598-1671), Eustachio Divini (1610-1685) e Pierre Gassendi (1592-1655) lo scrutano ansiosamente e ne parlano e scrivono sempre più spesso.

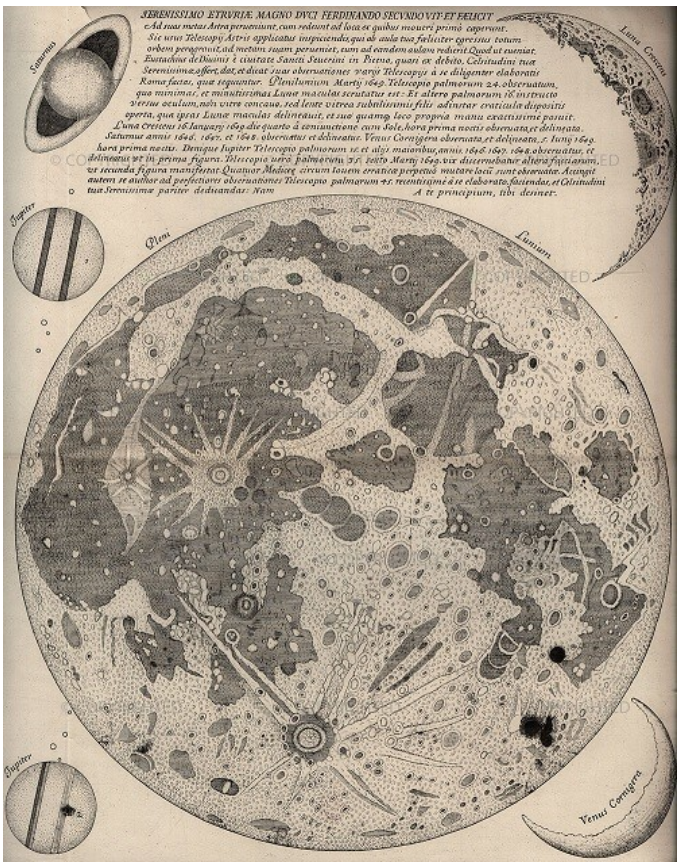


FIG. 3: *Eustachio Divini disegnò nel 1649 questa immagine della Luna, circondata dai pianeti, per dimostrare la straordinaria bontà dei suoi telescopi. Saturno, nell'angolo in alto a sinistra, sembra essere collocato di fronte all'anello.*

FIG. 4: *il primo a sinistra, in un'incisione del tempo, è Constantyn Huygens, uno dei maggiori uomini politici e di cultura olandesi del Seicento, padre di Christiaan (a fianco, in un ritratto), grande fisico ed astronomo.*

Nella corrispondenza astronomica di quegli anni si rincorrono le ipotesi più curiose: "*Saturno è un ovale con due buchi*"; "*Saturno ha due maniglie*"; "*Saturno ha una corona ellittica ad esso solidale mentre il pianeta oscilla*".

Tra tutte, l'immagine più bizzarra (fig. 3) è disegnata nel 1649 dall'ottico, con bottega a Roma, Eustachio Divini, che incontreremo più avanti nel nostro racconto. Il suo Saturno, che adorna una carta della Luna eseguita per la prima volta con l'ausilio di un reticolo, ha una strana ombreggiatura che dà la netta sensazione che il pianeta stia davanti ad un disco ovoidale. Divini, utilizzando uno dei suoi cannocchiali, ha ben visto l'anello, ma non ha capito la sua posizione rispetto a Saturno.

Chi rileva per primo questo fatto, lo sottopone ad una critica serrata e formula infine la giusta soluzione, è un giovane scienziato olandese di 26 anni, dotato di grandissimo talento, Christiaan Huygens (1629-1695).

Un aristocratico filosofo naturale

Discendente da una nobile famiglia originaria del Brabante, Christiaan nasce a L'Aia nel 1629. Il padre Constantyn (1596-1687), fig. 4, personaggio intelligente ed eccentrico, cosmopolita poliglotta altrettanto a suo a agio a Corte, al Consiglio di Stato, nella Chiesa riformata e sui campi di battaglia, ricopre importanti cariche governative. Umanista e filosofo, accosta all'ardore della sua lotta contro la Spagna e i cattolici, l'amore per le belle lettere, le arti e le scienze. Si diletta di poesia e compone commedie e poesie in latino e olandese nei rari momenti liberi, mentre si sposta a cavallo lungo le piatte strade del suo paese.

Nella formazione culturale e scientifica del figlio di maggior talento ha un ruolo fondamentale: lo indirizza all'apprendimento del latino, del greco, del francese e dell'italiano, oltre a studi di etica, dialettica, logica, cosmografia e geografia. Gli fa anche da precettore, perlomeno fino a quando il giovane si iscrive all'università di Leida all'età di sedici anni. E' una figura paterna estremamente protettiva che si bea dei progressi di Christiaan e lo incoraggia a coltivare corrispondenze scientifiche di grande valore e prestigio, come quella con il francese Marin Mersenne (1588-1648), intellettuale in lotta contro l'avanzare dello scetticismo culturale o la conoscenza personale di filosofi della levatura di René Descartes, noto in Italia con il nome di Renato Cartesio (1596-1650), amico di famiglia e frequentatore del loro salotto dell'Aia.

Quando si manifesta la straordinaria propensione del figlio per la matematica, nella sua brillante corrispondenza con letterati e scienziati di tutta Europa lo chiama affettuosamente: "*il mio giovane Archimede*".

Christiaan, dal marzo 1647 all'agosto 1649, studia diritto all'università di Breda, conformandosi ai desideri del padre che lo vuole indirizzare, in un primo tempo, alla professione diplomatica. Di ritorno nella loro casa dell'Aia, si occupa di problemi di matematica e di fisica, tra i quali lo studio degli urti tra corpi anelastici e la caduta dei gravi. Incoraggiato dal padre, nel granaio adiacente la loro residenza installa un laboratorio di

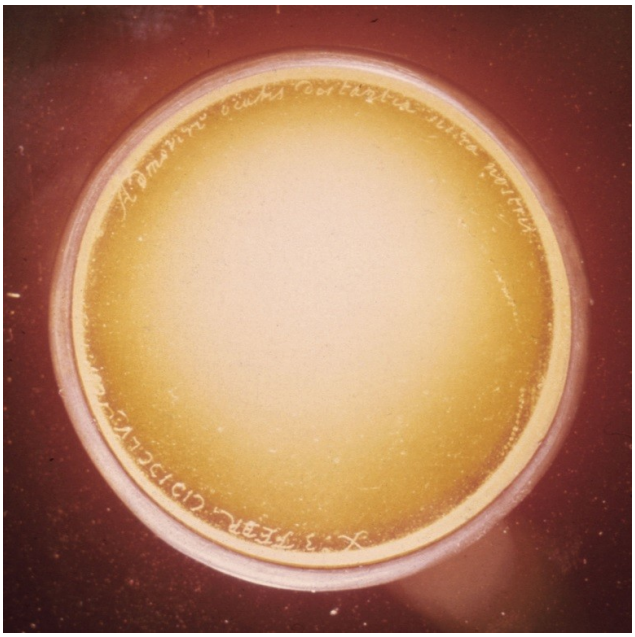


FIG. 5: *Con questo obiettivo Christiaan Huygens scopre Titano. Essa porta incisa sul bordo la lunghezza focale (10 piedi Renani) in numeri romani e la data della sua lavorazione: "X 3 febbr. MDCLV". E' pure inciso un versetto del poeta romano Ovidio, "Admovere Oculis Distantia Sidera Nostris" (Hanno portato le stelle lontane più vicine ai nostri occhi) che Huygens utilizza come parte di un anagramma per annunciare, in modo mascherato, la sua scoperta.*

ottica e di meccanica di precisione già nel 1652. Subito dopo procede alla misura dell'indice di rifrazione di vetri con i quali intende realizzare obiettivi per cannocchiali e microscopi; da queste misure ricava, sperimentalmente, che con tipi diversi di vetro l'indice di rifrazione cambia.

Il primo gennaio 1653 commissiona all'ottico olandese Paulus van Aernhem le misure esatte delle lenti di un cannocchiale ma, negli anni successivi, assistito dal fratello Constantyn (1628-1697), inizia la produzione di lenti obiettive di cui egli stesso determina i raggi di curvatura. Ad indirizzare l'interesse dei due giovani verso i cannocchiali e i microscopi è ancora una volta Constantyn padre, che ha intrattenuto per anni un fitto scambio di pareri con Renato Cartesio sul difficilissimo problema della realizzazione di lenti iperboliche ed ellittiche per eliminare l'aberrazione sferica.

I primi cannocchiali dei fratelli Huygens

Una delle prime lenti (una semplice piano-convessa) ad uscire dalle mani laboriose dei due fratelli è di così buona fattura (almeno rispetto ai normali standard ottici dell'epoca) che il giovane Christiaan, prevedendone gli impieghi in astronomia, a ragione, si entusiasma.

La lente ha caratteristiche non eccezionali neppure per l'epoca: un diametro libero di 42 millimetri ed una focale di 12 piedi (3,9 metri).

Ad essa accoppia un oculare costituito da una lente semplice con fuoco di tre pollici del Reno (7,8 centimetri). Il cannocchiale così costituito è in grado di fornire circa 50 ingrandimenti su di un campo di vista uguale al diametro della Luna piena (mezzo grado circa).

L'obiettivo si è conservato ed è stato studiato in modo approfondito da A.A. Nijland nel lontano 1898. Con una certa sorpresa, questi trova che, in realtà, il suo fuoco è di 10,7 piedi (3,36 metri): Huygens, parlando di 12 piedi, intende indicare la lunghezza complessiva del tubo entro il quale la lente è originariamente installata.

Nijland lo confronto con una lente dell'ottico italiano, rivale di Divini, Giuseppe Campani (1635-1715). Questo obiettivo ha 42 millimetri di apertura libera e 317 centimetri di focale e si rivela nettamente superiore a quello di Huygens. La lente di quest'ultimo è sì in grado di mostrare un certo numero di dettagli su Giove e Saturno, ma sulle stelle fornisce immagini mal definite: quelle di prima grandezza mostrano una macchia centrale irregolare, dalla quale escono cinque raggi colorati. Quelle della stessa magnitudine di Titano (tra l'8ª e la 9ª), sono appena percepibili, e solo le stelle doppie con una separazione superiore a 5" mostrano le componenti ben distinte.

Con la lente di Campani, invece, i dischi stellari sono perfettamente rotondi e circondati da regolari anelli di diffrazione.

Con questo nuovo cannocchiale, anche se, come abbiamo visto, ben lontano dalla perfezione, il giovane Christiaan scruta ansiosamente, ma invano, nei dintorni di Venere e di Marte.

Poi si sposta su Saturno finché, il 25 marzo 1655 alle 8 della sera vede in prossimità del prolungamento della linea delle anse, una piccola stella che subito sospetta essere uno sconosciuto satellite.

La scoperta di Titano

Nei giorni seguenti, questa supposizione si trasforma in certezza e già il 13 giugno egli è in grado di fissare, con una precisione sorprendente (con un errore dell'1%), il periodo di rivoluzione del nuovo satellite intorno a Saturno: 16 giorni e quattro ore. Il 13 giugno 1655 Huygens invia al matematico di Oxford John Wallis (1616-1703) il solito anagramma:

Admovere oculis distantia sidera nostris, vvvvvvvccrrhnbqx

Per prepararlo, utilizza anche un versetto di Ovidio (inciso sul vetro del cannocchiale utilizzato per la scoperta, fig. 5). Ne chiarisce il significato in una lettera allo stesso Wallis del 15 marzo 1656: "*Saturno lvna sva circunducitur diebus sexdecim horis quatuor*" (*La Luna di Saturno impiega 16 giorni e 4 ore a compiere una rivoluzione*).

Questa non è l'unica occasione nella quale Huygens si serve di un anagramma per assicurarsi la priorità di una scoperta o di una formula matematica. La consapevolezza di essere l'unico a possedere un frammento di verità sui meccanismi della natura o sul mondo astratto dei numeri, gli dà un piacere segreto di gran lunga superiore a quello che ne ricava dalla divulgazione di tale conoscenza.

A quel tempo le ricerche di filosofia naturale sono per lui soprattutto un gioco d'intelligenza: ricco e con un genitore così estroso, che a tutto antepone il giudizio dei posteri sul valore intellettuale della famiglia, l'ultima delle sue preoccupazioni è infatti di ordine strettamente materiale.

Vedendosi recapitare un messaggio criptico, Wallis pensa bene di architettare una astuta presa in giro a spese di quell'ingenuo saputello olandese che aveva l'inqualificabile impudenza di copiare lo stile anagrammatico di Galileo.

In risposta alla lettera di Huygens, nella quale gli comunica che in Inghilterra i "matematici" (tra i quali cita il famoso Christopher Wren, docente di astronomia a Oxford) hanno effettuato osservazioni astronomiche, anche di Saturno, con "*perspicilli*" di 6, 12, 24, 52 piedi le cui lenti non erano solo convesse ma anche una combinazione di concave e convesse (in altre parole, cannocchiali di tipo galileiano), a sua volta gli sottopone un anagramma, che mantiene segreto solo per pochi mesi e che infine svela all'attonito Huygens: la scoperta di Titano era già da tempo avvenuta al di là della Manica.

Il giovane, brutalmente colpito dalla rivelazione di Wallis, non dubita però neppure un momento di essere stato preceduto nella scoperta. Il perfido matematico inglese lo lascia macerare nel dubbio per quasi quattro anni, svelandogli il crudele tiro mancino solo nel gennaio 1659.

Nel 1656 pochi credono all'esistenza di Titano.

In una lettera del 20 luglio 1656 a Gilles de Roberval (1602-1675), professore di matematica al Collège Royal de France, nonostante la delusione che le affermazioni di Wallis gli arrecano, Huygens può affermare che:

"per quanto riguarda la mia relazione sulla Luna di Saturno ["Nuova osservazione di una Luna di Saturno"]*, io spero che d'ora innanzi Voi non avrete più dei sospetti poiché non sono più il solo che l'ha vista. Pressoché contemporaneamente a me è stata osservata in Inghilterra ed è stato determinato il suo periodo. Ciò è quanto mi ha scritto il Professor Wallis da Oxford".*

La "Nuova osservazione di una Luna di Saturno"

Pochi mesi prima, il 5 marzo 1656 Huygens fa uscire all'Aia un breve scritto latino: "*Nuova osservazione di*

FIG. 6: *A sinistra, ritratto del matematico inglese John Wallis, a destra, Christopher Wren, architetto ed astronomo, progettista della cattedrale londinese di St. Paul, in un ritratto del 1711.*

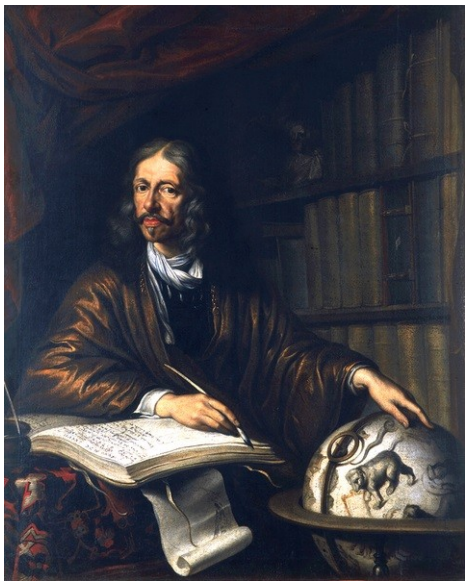


FIG. 7: *Johannes Hevelius, uno dei maggiori astronomi del Seicento.*

una Luna di Saturno", considerata oggi un'autentica rarità bibliografica, che Huygens si affretta ad inviare ai suoi corrispondenti più assidui, tra i quali de Roberval, Wallis e l'astronomo di Danzica, Johannes Hevelius (1611-1687). L'apertura di questo scritto è solenne:

"L'anno 1655, il 25° giorno del mese di marzo, osservando il pianeta Saturno con un tubo diottrico, ho visto al di fuori delle anse che gli aderiscono dai due lati, nei suoi pressi verso occidente, una piccola stella, a circa 3 minuti d'arco e disposta sulla linea che passa attraverso i due bracci".

Accertatosi della natura satellitare della "stella", la segue in cielo con grande attenzione per i tre mesi successivi, facendo buon uso del suo cannocchiale.

Nota che la sua massima digressione da Saturno è proprio 3' e che il suo periodo di rivoluzione si aggira intorno ai 16 giorni. Titano (che non si chiama ancora così, riceve infatti questo nome nel 1847 dall'astronomo inglese John Herschel, figlio di William), a causa dello splendore del pianeta, sparisce per circa due giorni quando gli passa davanti o dietro e, aggiungiamo noi, anche a causa degli effetti di diffusione prodotti dalle non trascurabili aberrazioni ottiche della lente obiettiva del suo cannocchiale.

In questo scritto, Huygens ricorda che il boemo Anthon Maria Schyrleus de Rheita (1604-1660), diversi anni prima, aveva attribuito a Saturno ben sei satelliti. Ma sia Pierre Gassendi (1592-1655), sia Johannes Hevelius, avevano contestato le osservazioni del cappuccino boemo. In particolare, Hevelius, nella sua famosa *Selenographia* del 1647, dimostra che i suoi cannocchiali erano assai migliori di quelli di De Rheita ma, nonostante ciò, le sue osservazioni, frequenti ed accurate di Saturno, non hanno prodotto alcuna scoperta di nuovi satelliti.

Huygens fa poi un'affermazione di un'importanza fondamentale. Dichiara infatti che l'assidua osservazione della luna di Saturno, "*mi ha aperto la via e fatto conoscere il motivo per il quale qualche volta Saturno appare al centro di due anse, altre volte estende per così dire due bracci dritti e, qualche altra sembra perdere tutta l'appendice e si mostra rotondo*".

E' poi convinto che gli basteranno due soli mesi d'osservazione (in quel mese di marzo gli anelli erano invisibili) per perfezionare la sua ipotesi: "*Perché noi prevediamo che verso la fine di aprile* [del 1656] *i bracci di Saturno rinasceranno non curvi come li si vede disegnati da Francesco Fontana e da Hevelius, ma estesi da una parte all'altra secondo una linea diritta, a patto che li si osservi con un cannocchiale della migliore qualità. Se si impiegano invece degli strumenti ordinari, Saturno si mostrerà con due piccole "orecchie" così come erano apparse a Galileo [...] Noi pubblicheremo le osservazioni, effettuate negli ultimi due anni, per mezzo delle quali ho determinato il periodo di rivoluzione del satellite, allorché avremo perfezionato l'intero sistema di Saturno".*

FIG. 8: *Il frontespizio dell'opera di Hevelius, pubblicata a Danzica nel 1656, che contiene la sua dissertazione sulla forma di Saturno.*

Conclude questo breve scritto con il solito anagramma che gli dovrebbe garantire la priorità della scoperta della vera natura delle "anse". Ne tiene però segreto il significato solo fino ai primi mesi del 1658. Esso suonava così: "*Lo cinge un anello sottile e piatto che non lo tocca mai ed è inclinato sull'eclittica*".

"Systema Saturnium"

Prima di rendere pubblica la sua scoperta, svelando così il significato dell'anagramma, Huygens vuole accertarsi se altri hanno elaborato idee che si avvicinano alla verità. Lancia quindi un appello ai "matematici" di tutta Europa, ponendo il quesito: **qual è la vera natura di Saturno?**

Nell'arco dei due anni successivi rispondono solamente in tre: i soliti Hevelius e de Roberval e, dalla Sicilia, uno sconosciuto: Giovanni Battista Hodierna (1597-1660).

Nel maggio del 1656 Hevelius pubblica *Dissertatio de Nativa Saturni* (fig. 8) e fa pervenire a Huygens un anagramma (il criptico Seicento è indubbiamente il secolo dei segreti e dei messaggi cifrati!) che non contiene altro che l'asserzione che le fasi di Saturno si ripetono ogni 15 anni circa (la metà del suo periodo di rivoluzione).

L'ipotesi di de Roberval è invece un po' più articolata: "*Immaginate su Saturno una zona torrida [...] e supponete che in certi momenti da questa zona salgano vapori capaci di creare tutt'attorno al suo corpo una fascia, e che tali vapori possano allontanarsi dal corpo del pianeta, circondandolo interamente...*".

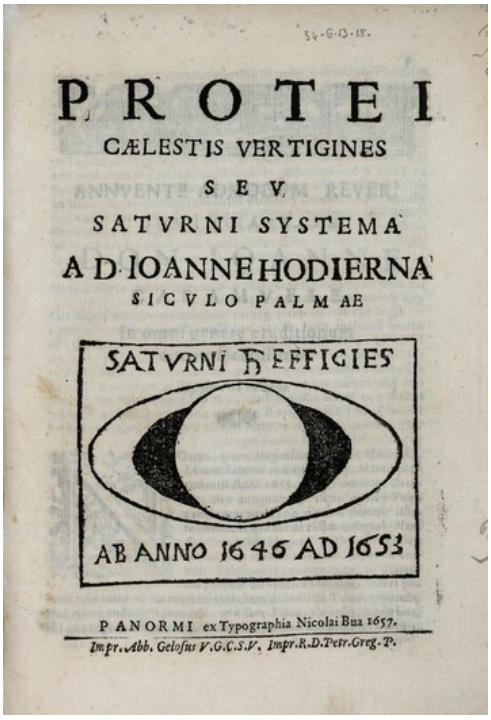

PROTEI
CÆLESTIS VERTIGINES
SEV
SATVRNI SYSTEMA
A D. IOANNE HODIERNA
SICVLO PALMAE
SATVRNI EFFIGIES
AB ANNO 1646 AD 1653
PANORMI ex Typographia Nicolai Bua 1657.

FIG. 9: *Il frontespizio dell'opera di Giovanni Battista Odierna, sul* Saturni Systema, *pubblicata a Palermo nel 1657.*

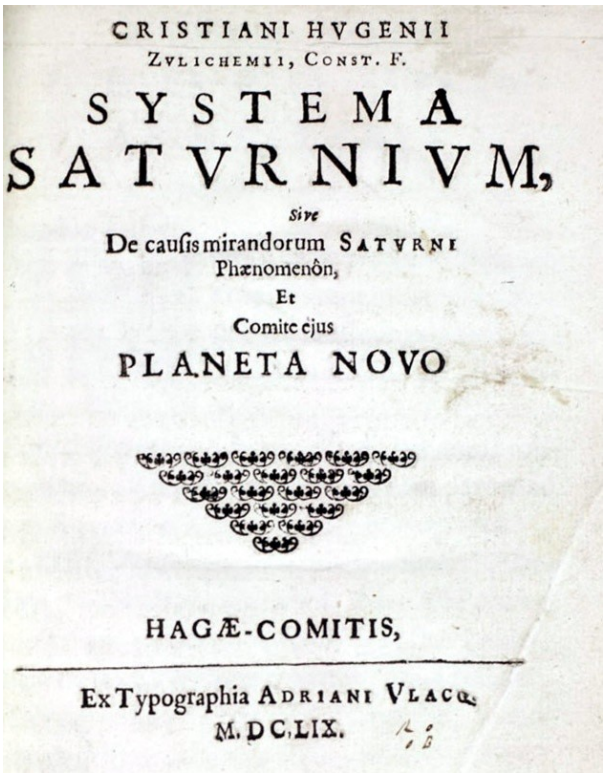

CRISTIANI HVGENII
ZVLICHEMII, CONST. F.
SYSTEMA
SATVRNIVM,
Sive
De causis mirandorum SATVRNI
Phænomenôn,
Et
Comite ejus
PLANETA NOVO
HAGÆ-COMITIS,
Ex Typographia ADRIANI VLACQ.
M. DC. LIX.

FIG. 10: *Il frontespizio dell'opera di Huygens del 1659 che spiegava correttamente le apparenze del sistema di anelli che cingono Saturno.*

Questo cerchio di vapori, visto obliquamente dalla Terra, si deve mostrare come un'ellisse. Il matematico francese prosegue dicendo che dove questi vapori sono meno densi, si può vedere come uno spazio vuoto tra essi e il pianeta e questo effetto produce le anse osservate al cannocchiale. Secondo Huygens, de Roberval non è lontano dal vero, ma la sua ipotesi è incompleta e per nulla soddisfacente.

Infine, agli inizi del 1658, riceve un libretto (*Protei caelestis Vertigines seu Saturni Systema*, Palermo 1657, fig. 9) di 24 pagine, redatto in un latino non limpidissimo, il cui autore si fregiava del titolo di matematico del duca di Palma, il già citato Giovanni Battista Hodierna, che fu anche architetto e progettista della struttura urbanistica della cittadina di Palma di Montechiaro, in provincia di Agrigento. Palma era un feudo ducale dei Tomasi di Lampedusa, gli antenati di Giuseppe Tomasi di Lampedusa, il grandissimo scrittore del Novecento, autore del *Gattopardo*.

Hodierna suppone che la forma di Saturno sia uno sferoide simile ad un uovo o ad una prugna, con uno schiacciamento ancor maggiore di quello previsto da Hevelius.

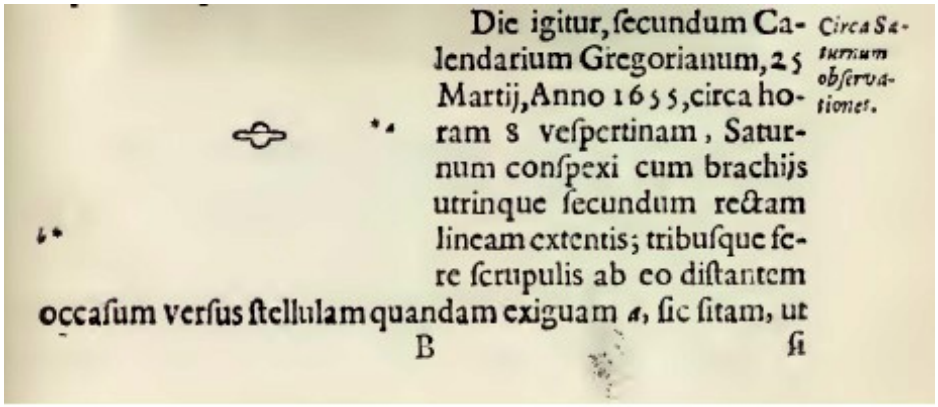

Die igitur, ſecundum Ca- Circa Sa-
lendarium Gregorianum, 25 turnium
Martij, Anno 1655, circa ho- obſerva-
ram 8 veſpertinam, Satur- tiones.
num conſpexi cum brachijs
utrinque ſecundum rectam
lineam extentis; tribuſque fe-
re ſcrupulis ab eo diſtantem
occaſum verſus ſtellulam quandam exiguam a, ſic ſitam, ut
B ſi

FIG. 11: *In "Systema Saturnium", a p. 9, il disegno della prima osservazione di Titano del 25 marzo 1655, indicato con la lettera* a, *che dista dal pianeta 3'.*

Ai suoi lati si troverebbero due macchie scure, gli interstizi tra le anse ed il disco centrale. Il pianeta, in rotazione attorno ad un asse, apparirebbe rotondo allorché l'asse maggiore punta verso la Terra. Ciò si verifica due volte nell'arco di 30 anni. Anche in questo caso, Huygens smonta senza difficoltà, e con molta ironia, l'ipotesi che gli viene sottoposta: "[si rivolge ad Hodierna] *Il vostro poco conosciuto amore per questo genere di studi merita che dei cannocchiali migliori del vostro vi siano messi a disposizione, voi che, anche se provvisto di telescopi mediocri, non smettete di innalzarvi verso il cielo, voi che avete deciso di sottoporre a ben determinate leggi il più lontano dei pianeti, lo stesso che sconcerta tutti gli osservatori per la diversità delle sue forme"*.

Nel 1659, con un ritardo per lui del tutto inconsueto, pubblica il tanto atteso *Systema Saturnium* (fig. 10). In quel lungo lasso di tempo è stato fortemente impegnato nella messa a punto dell'orologio a pendolo ed occupato a risolvere difficili problemi matematici.

Agli inizi di marzo del 1659, in una lettera all'amico Chapelain (al quale aveva anticipato una completa descrizione del contenuto dell'opera), confessa: "*Non avrei mai creduto che [il Systema Saturnium] mi avrebbe dato tanta pena*".

E' solo a partire dal 28 luglio 1659 che può spedire ai suoi corrispondenti i primi esemplari freschi di stampa.

Nella lettera dedicatoria a Leopoldo de' Medici, grande protettore delle arti e delle scienze, Huygens ha però l'infelice idea di annunciare (seguendo la mistica numerologica di Kepler) che nel sistema planetario non resta più nulla da scoprire perché il nuovo satellite di Saturno porta a dodici il numero complessivo dei pianeti: "[Il satellite di Saturno] *completa ora la collezione degli astri erranti e porta il loro numero a dodici: oserei qui affermare che in avvenire non se ne troveranno di più. Quello che è infatti certo è che i piccoli pianeti [cioè i satelliti: la Luna, i quattro medicei e Titano] esistono ormai in numero uguale a quello dei pianeti maggiori e primari (contando tra essi anche la Terra), e che i due gruppi insieme sono espressi dal numero che noi consideriamo come perfetto, di modo che si potrà credere che questa loro esistenza sia stata predestinata dal Sovrano Architetto*".

Pur con qualche illecito sconfinamento esoterico, Huygens formula un'interpretazione sostanzialmente corretta della "forma" del pianeta.

Il suo ragionamento, che non è però cristallino, prende spunto dalle osservazioni di Titano e del suo periodo di rivoluzione. Egli nota due fatti: il primo, la durata delle rotazioni del Sole e della Terra è molto più corta rispettivamente del tempo di rivoluzione dei pianeti attorno al Sole e della nostra Luna attorno alla Terra; il secondo, che le rivoluzioni degli altri pianeti, ma anche dei satelliti di Giove hanno una durata tanto minore quanto minore è la loro distanza dai rispettivi corpi centrali.

Per analogia, conclude che Saturno ruota intorno al suo asse in un tempo inferiore a 16 giorni (la rivoluzione di Titano) e che le sue appendici, a meno che non siano attaccate al corpo di Saturno, devono possedere una rotazione un po' più lenta del pianeta. Ora, siccome queste appendici conservano di giorno in giorno sensibilmente la stessa forma, anche per lunghi periodi, è assai probabile che il pianeta sia circondato da un corpo simmetrico che non può essere altro che un anello non coerente con il corpo centrale e che possiede un asse di rotazione perpendicolare al piano dell'anello. Huygens si rende perfettamente conto che la sua ipotesi non sarà accettata senza difficoltà, non soltanto a causa della forma non sferica che egli attribuisce ad un corpo celeste, ma anche perché egli non suppone alcun collegamento tra l'anello ed il corpo centrale di Saturno.

D'altra parte, l'anello non è un prodotto della sua immaginazione, ma così appare chiaramente dalle osservazioni telescopiche, sempre che la bontà ottica dello strumento sia sufficiente.

Il timore di non essere compreso si mostra ben presto fondato: astronomi e teologi si scagliano contro la sua ipotesi e si innestano polemiche anche violente, come quella con Divini.

Huygens rivendica all'astronomia un alto ruolo scientifico ed estetico ed una nobiltà d'intenti che, nei paesi cattolici, in piena Controriforma, gli è negato: "*Coloro che* [sostengono che mi sono dato troppa pena per esaminare delle cose che ci riguardano così poco] *stanno dimenticando quanto l'investigazione del cielo è superiore a tutti gli altri studi, e quanto è grandioso il fatto stesso che la nostra contemplazione si estenda fino a quelle parti della natura poste a così grandi distanze, le quali, sebbene appaiono oscure e piccole, sono invece brillanti e assai grandi [...] Chi, in effetti, non sarà preso da ammirazione allorché avrà visto Saturno circondato da un anello e, per così dire, cinto da una corona?*".

La disputa Huygens – Divini sulla forma degli anelli di Saturno

Eustachio Divini (1610 ca.- 1685) giunge a Roma dalla provincia marchigiana intorno al 1640, reduce da una lunga milizia nelle file dell'esercito imperiale.

Pare che nella capitale egli seguisse le lezioni di matematica e di astronomia del galileiano Benedetto Castelli (1577 ca. – 1643) e, a partire dal 1645, inizia le sue prime esperienze di costruttore di cannocchiali e microscopi. Mette a punto, tra l'altro, un'innovazione tecnica fondamentale: un reticolo di fili sottilissimi al fuoco dell'oculare allo scopo di eseguire misure angolari di precisione, sia topografiche sia astronomiche.

Alla metà del secolo, e per un decennio, i cannocchiali e i microscopi di Divini sono considerati i migliori d'Europa. Tra i suoi clienti annovera il Granduca di Toscana (fig. 12) e un folto gruppo d'astronomi, dotti e cardinali delle più diverse nazionalità.

La sua dichiarata amicizia con il gesuita anticopernicano Onorato Fabri (1607-1688) gli procura però non pochi grattacapi. Istigato dal Fabri, Divini innesca un'inopportuna diatriba, dalla quale ricava solo discredito, con Christiaan Huygens.

Lo spunto deriva dalle scoperte di Huygens di Titano e della vera forma degli anelli che circondano il pianeta.

Come abbiamo visto, degli anelli di Saturno, nella sua opera *Systema Saturnium*, Huygens fornisce, per la prima volta, una corretta interpretazione. Ritiene infatti che i diversi aspetti osservati del pianeta siano prodotti da un anello inclinato di circa 20° sull'eclittica secondo una geometria eliocentrica e copernicana del sistema del mondo, cosa questa che il Fabri, amico ed ispiratore del nostro Divini, aborrisce in modo viscerale.

FIG. 12: *Eustachio Divini illustra le qualità di un suo cannocchiale a Ferdinando II de' Medici, Granduca di Toscana (foto Serini)*

Così, su istigazione del Fabri, nel 1660 Divini dà alle stampe l'opera *Brevis annotatio in systema saturnium Christiani Eugenii,* nella quale muove critiche ad Huygens. La prima è specificatamente rivolta all'interpretazione dell'olandese alle apparenze degli anelli: secondo il Divini ed il Fabri, traduttore in latino dell'opuscolo, i fenomeni di sparizione e riapparizione degli anelli possono essere spiegati anche senza ricorrere a Copernico, in una visione tradizionale del sistema solare, nella quale la terra è in posizione centrale.

La seconda critica del Divini, forse quella più coerente con la sua notevole esperienza di produttore di cannocchiali, riguarda la non ben specificata strumentazione ottica utilizzata dallo scienziato olandese nelle osservazioni di Saturno, sulla bontà delle quali quest'ultimo basa l'esistenza dell'anello.

Divini richiama, a sostegno di una diversa e più veritiera interpretazione, le proprie osservazioni che non coincidono però con quelle di Huygens: lui, infatti, con i suoi meravigliosi cannocchiali, non vede alcun anello intorno al pianeta. Huygens replica immediatamente alla tronfia ingenuità di Divini nella *Brevis assertio Systematis Saturnii sui*, stampata a Firenze, nella quale rileva con ironia che i suoi avversari nella disputa sono due, quello ufficiale e che maggiormente si espone a figuracce, il Divini, e quello che manovra subdolamente dietro le quinte, ovvero il Fabri. Nella foga della polemica, Huygens definisce il Divini *vilem vitrarium artificem* (che, in una libera traduzione si può rendere con un: *ottuso gratta-vetri*). Divini, letto l'ultimo scritto di Huygens, ed assistito ancora una volta dal Fabri, prepara una contro-replica, nella quale emergono le opinioni del suo mentore. In essa si rivendica, a favore del napoletano Francesco Fontana (1580 ca. – 1656), costruttore fino a non molti anni prima di buoni cannocchiali, la priorità della scoperta di innumerevoli satelliti di Saturno, in contrapposizione a quella vantata, a suo parere ingiustamente, dall'Huygens, che vi sarebbe giunto con un ritardo di ben dieci anni. Manco a dirlo, la paventata scoperta di Fontana era una perfetta bufala, messa in piedi per promuovere la vendita dei cannocchiali di quest'ultimo.

In conclusione alla contro-replica, il Fabri esce allo scoperto ed espone gli elementi della propria arcaica tesi: i satelliti di Saturno, come del resto quelli di Giove, non si possono considerare ruotanti intorno ai due pianeti bensì al di sopra di essi.

Nel 1664, l'Accademia del Cimento di Firenze viene direttamente coinvolta nella disputa tra l'olandese e l'italiano e vivamente sollecitata ad esprimere un parere. Gli accademici incaricano il celebre astronomo e fisiologo napoletano Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679) di dirimere la disputa.

Egli, prima di esprimere un parere, con cura pondera il problema. Il giudizio finale, suo e dell'Accademia, sarebbe stato formulato solo dopo un'attenta analisi sperimentale, secondo lo stile galileiano, "*perché era costume dell'Accademia investigare il vero per via di riprove esperimentali, l'abbiamo inviolabilmente osservato anche in questo affare*". Borelli predispone un'esperienza di laboratorio che utilizza un accurato modello in scala con il quale riproduce l'aspetto di Saturno, così come lo illustra Huygens nei suoi disegni.

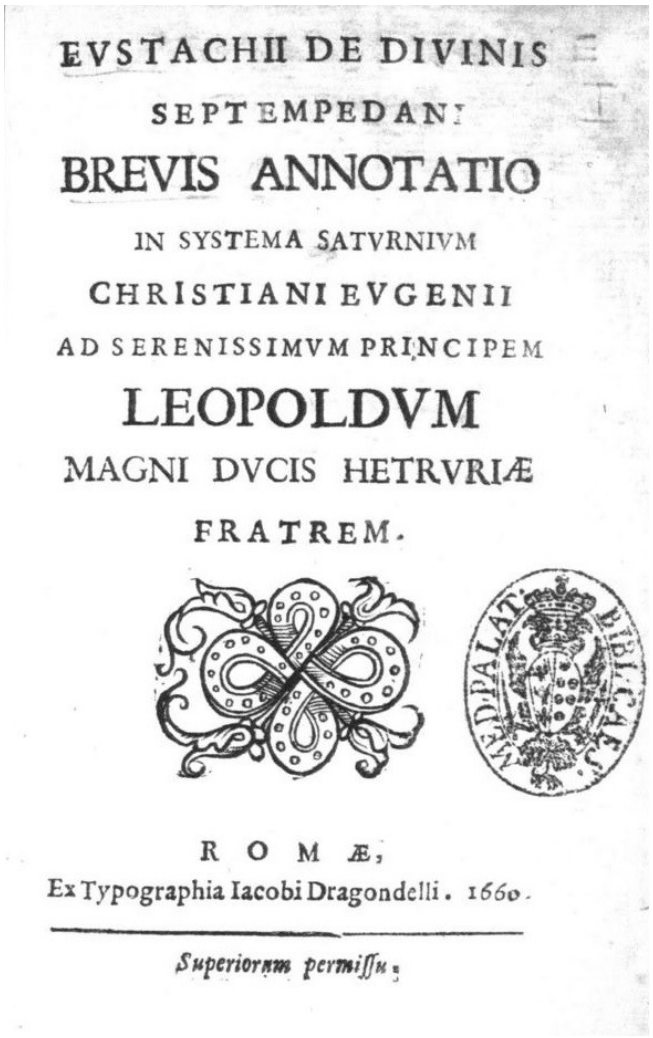

EVSTACHII DE DIVINIS
SEPTEMPEDANI
BREVIS ANNOTATIO
IN SYSTEMA SATVRNIVM
CHRISTIANI EVGENII
AD SERENISSIMVM PRINCIPEM
LEOPOLDVM
MAGNI DVCIS HETRVRIÆ
FRATREM.
ROMÆ,
Ex Typographia Iacobi Dragondelli. 1660.
Superiorum permiſſu.

FIG. 13: *Il frontespizio dell'opuscolo di Eustachio Divini (ampiamente ispirato da Onorato Fabri), pubblicato a Roma nel 1660, nel quale viene attaccata aspramente l'ipotesi di Huygens sulla forma dell'anello che circonda Saturno e la scoperta del suo satellite, Titano.*

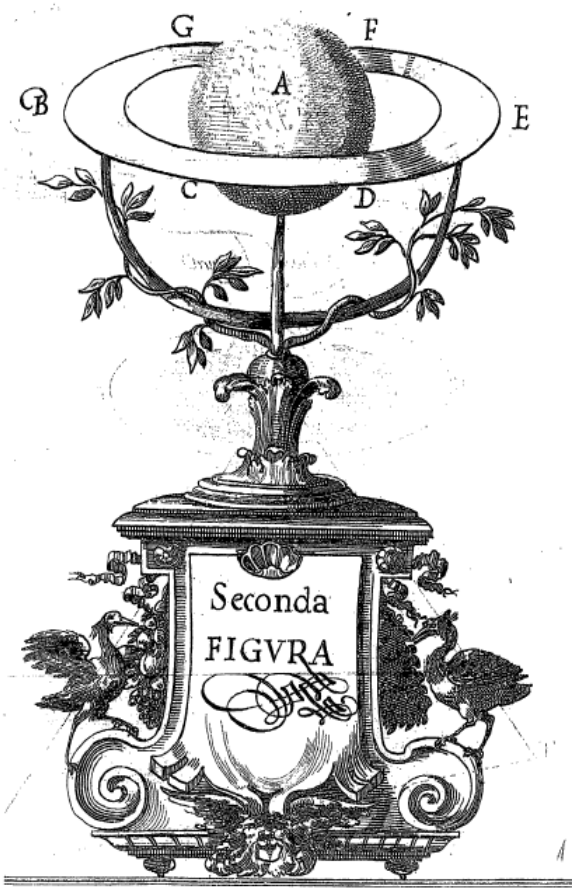


FIG. 14: *La "Macchina Materiale" approntata dall'Accademia del Cimento per dirimere la questione della vera natura delle apparenze di Saturno.*

Il modello, che chiama *Macchina Materiale*, fig. 14, è formato da un globo e da un anello, ricoperti con spesse mani di gesso, il tutto sostenuto da un adeguato supporto, posta all'estremità di una buia galleria, illuminata con sole quattro torce non direttamente visibili all'osservatore.

L'esperimento prevede di variare l'angolo degli anelli rispetto al punto di vista, inclinando la Macchina e confrontando l'osservazione, sia ad occhio nudo sia con piccoli cannocchiali, con le raffigurazioni di Huygens.

Per evitare che il giudizio sull'osservazione della Macchina sia influenzato dalla conoscenza delle ipotesi di Huygens sulla forma degli anelli, Borelli chiama anche *"persone idiote che non avessero veduta da presso la struttura di quella Macchina"* e ne fa disegnare a ciascuno l'apparenza.

Le conclusioni di Borelli sono così formulate: *"la serie... delle apparenze osservate dal Sig. Ugenio* [Huygens], *fu riscontrata adattarsi mirabilmente a quelle, che con diverse inclinazioni della Fascia [l'anello], respettivamente ai Raggi Visuali, nella nostra Macchina furono rappresentate"*.

La polemica si chiude quindi nel modo più giusto, con il riconoscimento, da parte degli Accademici, della correttezza delle idee di Huygens.

Per non mettere in imbarazzo il Granduca, che intrattiene buoni rapporti con entrambi le parti in causa, la relazione dell'Accademia, scritta da Borelli, per molto tempo non fu resa pubblica.

Il Divini, che si è cullato in questa risonante schermaglia con Huygens, deve però tornare a più materiali preoccupazioni, quando si avvede dell'esistenza di un agguerritissimo concorrente che inizia ad insidiare i suoi successi nel campo dell'ottica e, soprattutto, a mettere in pericolo i suoi notevoli guadagni (quelli che Divini chiama: *lucrus satis ingens*).

Giuseppe Campani sfida Eustachio Divini

A Roma, infatti, a pochi passi dal laboratorio di Divini, ha aperto bottega uno sconosciuto, un certo Giuseppe Campani, arrivato dalla provincia di Spoleto al seguito dei più anziani fratelli, Matteo e Pietro Tommaso. Nato intorno al 1635 egli era il minore dei tre: Matteo diviene parroco della chiesa romana di S. Tommaso nel 1651, mentre Pietro Tommaso, un artigiano molto competente, è nominato orologiaio del Palazzo Vaticano. Giuseppe raggiunge i fratelli intorno al 1652 ed inizia un lungo periodo di apprendistato presso uno sconosciuto maestro costruttore di strumenti scientifici. Nel 1660 apre bottega facendosi presto una ricca clientela costituita da scienziati del Collegio Romano, principi e prelati. Le sue specializzazioni sono molteplici: orologi di diversa fattura, microscopi e telescopi.

Raggiunge però una notorietà europea con la sua eccellente produzione di lenti per cannocchiali e la costruzione di un bellissimo oculare a tre lenti, che porta il suo nome, che rappresenta, a quel tempo, la maggior innovazione nel campo degli oculari composti. Come vedremo più avanti, tra i suoi più importanti committenti annovera il più famoso astronomo d'Europa, Giovanni Domenico Cassini che, con le lenti di Campani, fa alcune delle sue principali scoperte astronomiche e poi il langravio Carlo d'Assia, che visita il suo laboratorio ed acquista da lui orologi e strumenti ottici.

Egli è stato incoraggiato a intraprendere l'attività di ottico dal dotto gesuita Daniello Bartoli (1608-1685), sotto la cui guida realizza un *torno esattissimo* per lavorare i vetri. L'esordio del giovane artigiano nel ristretto ambiente dei costruttori di cannocchiali, dove qualsi-

asi pretesto è utile per denigrare il lavoro altrui, è caratterizzato da un atteggiamento aggressivo, aperto ad ogni sfida o polemica, anche con mezzi non sempre limpidamente corretti.

Nel mese di aprile del 1663, Campani, mentre compie controlli di due suoi cannocchiali di 17 e 25 palmi di focale, osserva Saturno: "*imperciochè mi dimostrarono distintamente i miei Cannocchiali, esser Saturno cinto d'un cerchio quanto all'apparenza di forma Ellitica, disteso in tal positura d'intorno al globo, che la parte superiore, e verso il polo Artico, asconde una portioncella del detto globo*".

Quest'osservazione segna l'inizio del suo coinvolgimento diretto nella vivacissima diatriba tra Divini e Huygens sull'anello di Saturno (di cui abbiamo ampiamente parlato nelle precedenti pagine), con una netta presa di posizione in favore dello scienziato olandese.

Campani, ben deciso a superare Divini sul terreno della tecnologia ottica puntando a sottrargli lo scettro di miglior costruttore europeo, nell'aprile del 1664 si presenta al cardinale Chigi che, come abbiamo visto, ha acquistato, per l'astronomica cifra di 500 scudi, il cannocchiale da 52 palmi del rivale.

Campani propone un confronto, subito accettato dal cardinale, tra un suo nuovo cannocchiale e quello del Divini. Quando il Divini, informato della prova all'ultimo momento, arriva trafelato a Palazzo Chigi, trova i due strumenti che già inquadrano la pagina di un libro posto a grande distanza: amaramente constatata che con lo strumento di Campani si può leggere tutta la pagina mentre il suo cannocchiale consente la lettura di sole alcune lettere stampate.

Con grande imbarazzo, deve ammettere, di fronte al cardinale, la superiore qualità di quello del suo antagonista. A peggiorare la sua posizione la circostanza che Giovanni Domenico Cassini, quando arriva in visita a Roma, usa esclusivamente il telescopio del suo concorrente per le osservazioni dei satelliti di Giove, più volte ripetute a beneficio dei maggiori notabili romani. Huygens, tra tutti gli ammiratori di Campani, è certamente il più competente e preparato dal punto di vista della teoria e della pratica ottica (tra l'altro, è autore di un importantissimo saggio di ottica, nel quale formula le basi della teoria ondulatoria della luce). Di un cannocchiale del costruttore romano, parla assai bene in una lettera al fratello Constantyn: "*La bellezza del cannocchiale di Campani consiste nel fatto che esso è privo dei colori dell'iride,... e che la sua apertura è abbastanza grande senza che per questo gli oggetti appaiano curvi e che, infine, esso presenta le immagini assai distinte a causa della bontà dei vetri*".

Fig. 15: *Cannocchiale terrestre, costituito da otto tubi, realizzato a Roma da Giuseppe Campani nel 1664 circa. E' conservato presso l'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze.*

Anche l'oculare a tre lenti di Campani desta grande interesse in Huygens che lo analizza con profonda attenzione per scoprirne l'esatto funzionamento. Avendo a disposizione uno strumento completo di Campani di circa 75 centimetri di focale con un oculare a tre lenti, si Trova che ognuna delle tre lenti biconvesse ha la focale di 48 millimetri, distanziate tra loro in modo che la prima lente, quella vicina all'obiettivo, dista dalla seconda di una quantità uguale al doppio della loro distanza focale comune. La terza lente, quella dell'occhio, è ad una distanza dalla seconda un po' minore della loro comune distanza focale. Un prolungamento tubolare di cartone costringe l'osservatore a porre l'occhio ad una distanza dalla terza lente un po' minore del suo fuoco.

Il compito delle prime due lenti è quello di raddrizzare l'immagine dell'obiettivo senza alterarne le dimensioni. Le qualità principali di quest'oculare, prontamente rilevate da Huygens, sono due: la prima inerente alla struttura delle lenti, fatte con vetro senza bolle od inclusioni e lavorate in modo perfetto, l'altra è relativa alla loro disposizione che fa sì che non si vedono i colori dell'iride.

Volendo esporre i motivi per i quali le lenti di Campani eccelle diremo, in primo luogo, che egli sceglie con estrema cura il vetro ottico, preferendo quello prodotto a Venezia, che ha una dominante cromatica gialla.

Poi, per sgrossare le lenti, usa solo la miglior tripoli (detta anche *farina fossile*) di Venezia. Inoltre, nel suo laboratorio, dispone di una grande scelta di perfette 'forme' metalliche per la lucidatura, tornite con la sua famosa macchina utensile. Infine, usa sempre l'accortezza di lavorare molti obiettivi per poi vendere, ad un prezzo altissimo, esclusivamente i migliori.
Dopo una lunghissima carriera ricca di soddisfazioni, che lo vede assurgere, ormai senza rivali, al livello di miglior ottico del continente, Giuseppe Campani trasmette i suoi segreti di costruttore di lenti a una delle figlie, la quale continua l'attività paterna fino al 1747. In quell'anno vende tutte le attrezzature del laboratorio a Papa Benedetto XIV che poi le dona all'Istituto delle Scienze di Bologna e provvede affinché Ercole Lelli (1702-1766), custode della strumentazione, sia in grado di produrre le lenti richieste dall'osservatorio dell'Istituto. Dopo il 1766, però, l'anno in cui il Lelli si ritira dall'attività, gli utensili e le macchine di Campani, ormai in uno stato di totale abbandono, subiscono gravi danni e furti e la collezione si riduce a quei pochi oggetti tuttora esistenti.

Fig. 16: *Ritratto di Giovanni Domenico Cassini, astronomo perinaldese, naturalizzato francese nel 1673.*

Giovanni Domenico Cassini, eccelso esploratore del cielo

Il secondo grande astronomo che nel Seicento ottiene straordinari risultati nell'osservazione di Saturno è Giovanni Domenico Cassini, che ha però una storia familiare completamente diversa da quella di Huygens. L'olandese è un grande, ricco aristocratico, un po' snob, che non ha realmente bisogno di fare alcunché per vivere. Cassini, ambizioso ed intelligente, è invece il discendente di una famiglia di piccoli proprietari terrieri, originaria di Perinaldo, nella Repubblica di Genova (oggi in provincia di Imperia). Qui nasce nel 1625 e compie i primi studi nel collegio dei Gesuiti di Genova con alcuni ottimi insegnanti.
Nel 1649 viene chiamato a Bologna dal marchese Cornelio Malvasia (1603-1664), che lo incarica di eseguire delle osservazioni nel suo osservatorio privato nel castello di Panzano, nei pressi di Castelfranco Emilia.
L'anno successivo, ad appena 25 anni, grazie ai buoni uffici di Malvasia, ottiene l'insegnamento universitario di astronomia, occupando la cattedra, da tre anni vacante dopo la morte di Bonaventura Cavalieri (1598-1647). Nel 1652, a Panzano, osserva la cometa del 1652, la C/1652 Y1, scoperta in Sudafrica il 17 dicembre dal capitano di vascello olandese Jan van Riebeeck. In tutto Cassini esegue solo otto osservazioni, a causa delle pessime condizioni meteorologiche. Nelle notti di forzata inattività, Cassini e Malvasia progettano una sorta di enorme sestante in legno, con ben 4 metri di raggio, concepito per migliorare la precisione delle misure di separazione angolare tra gli astri. Il marchese Malvasia, in una lettera del 28 dicembre ad un destinatario ignoto, afferma che il grande sestante fu costruito in soli tre giorni, cosa che appare assai improbabile. Il 24 dicembre, la cometa appare al cannocchiale di dimensioni paragonabili alla Luna piena. Alle osservazioni segue la pubblicazione di un piccolo trattato, "*De Cometa ann. 1652 et 1653*" (Modena 1653), nel quale Cassini sostiene, sbagliando, che una parte preponderante della coda cometaria è costituita da esalazioni prodotte dalla terra.
Nel 1655 traccia la grande meridiana di San Petronio, la cui linea è lunga ben 68 metri. Una realizzazione straordinaria che conferisce, all'appena trentenne Cassini, fama europea. Per oltre un secolo, il grande "eliometro" di San Petronio fornisce delle osservazioni solari di altissima qualità, migliorando la conoscenza del moto apparente dell'astro del giorno. Ma alle sue osservazioni astronomiche (comprese quelle solari) Cassini ap-

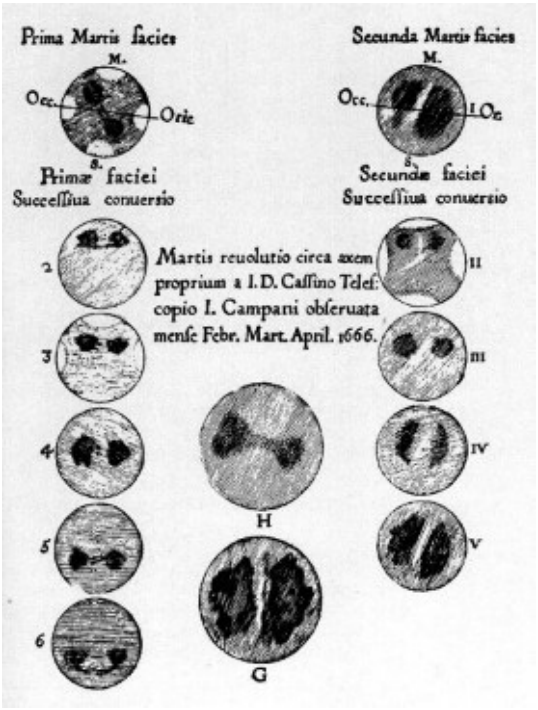


FIG. 17: *Disegni di Marte eseguiti da Cassini nei primi mesi del 1666 con l'ausilio di un ottimo telescopio costruito da Giuseppe Campani.*

porta una correzione angolare fondamentale. Le corregge, infatti, dall'effetto introdotto dalla rifrazione atmosferica. La sua conoscenza di questo fenomeno è talmente accurata che, anche oggi e in molti casi pratici, potremmo utilizzare con profitto le sue tavole delle rifrazioni.

A partire dal 1657 Cassini si reca periodicamente a Roma in qualità di sovrintendente delle acque per lo Stato della Chiesa, dedicandosi al problema dell'irreggimentazione e controllo delle piene del Po.

Nel 1661 osserva l'eclisse di Sole di quell'anno, mentre nel 1664, durante una permanenza a Roma per il solito problema della regolazione dei fiumi in Toscana e nell'alto Lazio, osserva con Cristina, ex-regina di Svezia, la grande cometa del 1664. Il 30 luglio dello stesso anno nota, per la prima volta, le ombre dei satelliti sul disco di Giove. La notizia fa scalpore: sono pochi gli astronomi che credono alla sua interpretazione; quasi tutti, infatti, le ritengono macchie sul disco del pianeta.

In risposta ai suoi critici, scrive numerose lettere sulle ombre dei satelliti e le loro effemeridi. Anche Marte rientra tra i suoi obiettivi. Tra febbraio ed aprile del 1666 ne determina con notevole precisione il periodo di rivoluzione (con un errore di appena 3 minuti), fig. 17.

L'accuratezza delle sue osservazioni è dovuta sia alla sua straordinaria abilità di osservatore, sia alla qualità dei telescopi di cui dispone. Si è infatti accordato con Giuseppe Campani, il quale gli invia i suoi migliori strumenti ottici. Il sodalizio è perfetto: il più abile astronomo europeo che utilizza, pressoché in esclusiva, la miglior produzione di telescopi allora disponibile!

L'anno successivo cerca di determinare il periodo di rotazione di Venere.

Fa ancora uso del telescopio di Campani con il quale ha determinato la rotazione di Marte, ma Venere è un osso assai più duro e lo riconosce lo stesso Cassini in una lettera del 18 giugno 1667 a Pierre Petit (1598-1677), geografo del re di Francia. Egli infatti scrive che questo pianeta ha macchie evanescenti e prive di confini ben definiti, pertanto non è per niente facile determinarne i tempi del ritorno. Nella lettera a Petit è perciò ampiamente sbagliato il periodo di rotazione che propone, 23 giorni, anziché i 243 giorni circa. Quest'ultimo valore è acquisito nel 1961, attraverso osservazioni radiotelescopiche: per i quasi tre secoli successivi agli studi di Cassini, la rotazione di Venere è rimasta totalmente sconosciuta agli astronomi.

Nel 1669 è invitato a Parigi da Jean-Baptiste Colbert (1619-1683), ministro di Luigi XIV, il Re Sole, presso l'Académie Royale des sciences (fondata nel 1666) per dare il suo parere sull'Osservatorio di Parigi appena costruito, in realtà, per trattenerlo in Francia per un tempo indefinito. Il Papa non vorrebbe lasciar andare il suo astronomo di maggior prestigio, ma Luigi XIV appare irremovibile; il Vaticano deve accettare questo dato di fatto non senza però pesanti mugugni.

In Francia Cassini lavora in libertà e sotto la protezione stessa del re, al quale è presentato il 6 aprile 1669, e dal 1671, ha preso alloggio nell'Observatoire, senza però mai ricoprire la carica di direttore, che per oltre un secolo semplicemente non è prevista (in quasi tutte le biografie di Cassini si sostiene, invece, il contrario). Chiede la cittadinanza francese e la ottiene nel 1673.

Con la moglie, Geneviève Delaistre (1643-1708), sposata nel 1674, diventa il capostipite di una vera e propria dinastia di astronomi e cartografi. Il pronipote Cassini IV (1748-1845) sarà il primo della famiglia ad avere l'incarico ufficiale di direttore dell'Observatoire, incarico mantenuto dal 1784 sino alla Rivoluzione francese.

Cassini osserva Saturno

Nel 1671 osserva con metodo e costanza Saturno ed i suoi anelli, con alcuni telescopi di Campani.

E' nell'ottobre di quell'anno che scopre il suo primo satellite del pianeta, Giapeto, uno dei *Sidera Loidicea*, le "Stelle di Luigi XIV". Oggi sappiamo che Giapeto è un satellite assai "strano".

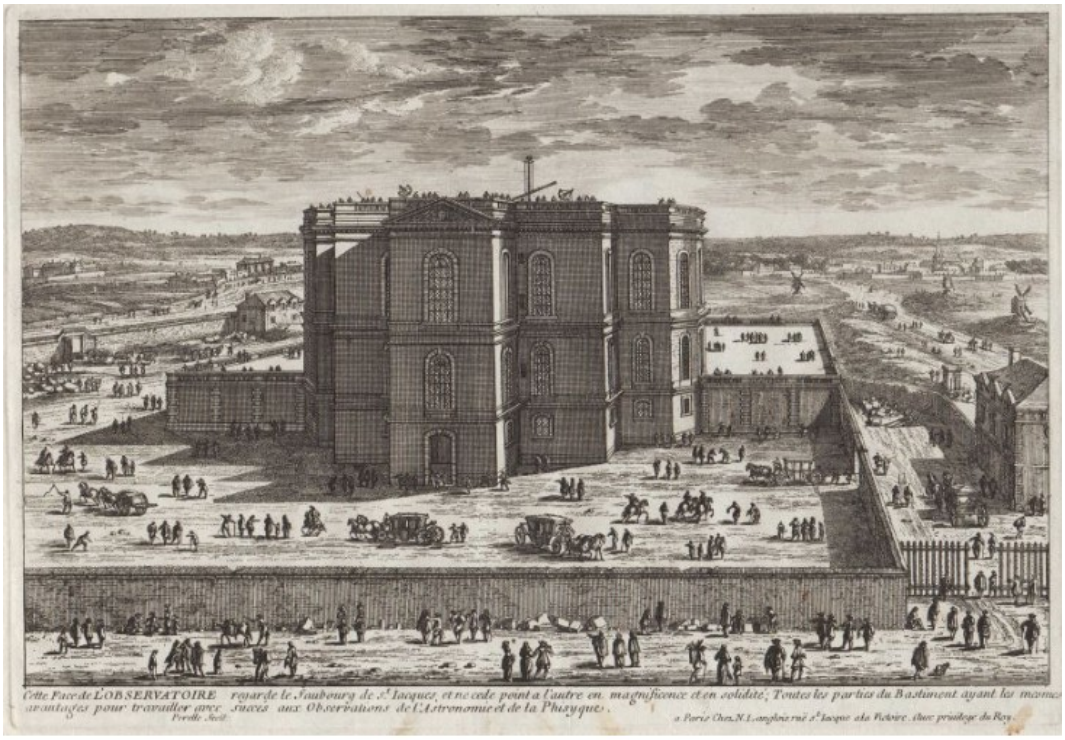


FIG. 18: *L'Observatoire parigino negli ultimi decenni del Seicento.*

La sua superficie è infatti divisa in due emisferi che hanno luminosità assai diverse. Uno è scuro come una lavagna, l'altro è molto brillante (ha un'albedo medio di 0,5, ovvero, riflette circa la metà della luce incidente). La durata della rotazione di Giapeto intorno al suo asse è sincrona con la sua rivoluzione intorno a Saturno.

Queste caratteriste contrastanti influenzano fortemente le osservazioni di Cassini, che lo può intravedere solamente nella digressione occidentale, quando esso mostra il lato luminoso. L'astronomo comprende subito che la sparizione di Giapeto alla digressione orientale è dovuta ad una minor riflettanza di una buona metà della sua superficie. E' per questo motivo che, dopo la scoperta, egli non ha potuto osservarlo per oltre un anno, quando finalmente si rende di nuovo visibile, verso la metà di dicembre del 1672.

Il secondo satellite, Rea, lo scopre in quel freddo ma assai proficuo inverno. Rea orbita molto vicino agli anelli, compiendo una rivoluzione in circa quattro giorni e mezzo (Cassini scrive, con notevole ma giustificata pedanteria: 4 giorni, 12 ore e 27 minuti, con un errore inferiore al minuto!). Egli nota che esso è difficile da osservare perché è, alternativamente, un giorno verso la congiunzione e quello successivo verso la digressione, così che si può vedere dalla Terra ordinariamente un giorno ogni tre e raramente due giorni di seguito.

Nel 1675 annuncia una scoperta sensazionale: l'anello di Saturno è diviso in due parti uguali da una linea oscura, fig. 19. Questa scoperta della divisione che porta il suo nome, è una chiara dimostrazione, sia della straordinaria abilità dell'astronomo che dell'eccellenza della strumentazione di cui dispone.

Cassini non si ferma però qui. Nel marzo del 1684 scopre altri due satelliti, Dione e Teti.

Il primo ha un periodo di rivoluzione di 2 giorni 17 ore, il secondo di 1 giorno e 21 ore. La loro scoperta è resa possibile grazie all'impiego di due obiettivi di 100 (32 metri) e 136 piedi (44 metri) di focale, che Campani ha inviato a Cassini, facendoli seguire da altri due di 90 (29 metri) e 70 piedi (22 metri). Ma sono talmente lunghi che non è possibile montarli all'interno di tubi perché risulterebbero troppo pesanti e fletterebbero in modo intollerabile. Si escogitano dei sistemi per poterli utilizzare, nonostante la lunghezza focale quasi proibitiva. Nel seguito dell'articolo parleremo di questi straordinari telescopi che, al termine delle carriere scientifiche di Cassini, Huygens (in fig. 20 il primo telescopio senza tubo progettato dall'olandese) ed Hevelius, non furono più utilizzati e repentinamente scomparvero, come veloci meteore, dalla scena scientifica.

I grandi cannocchiali a tubo ed aerei

L'esperienza mostra che i due principali difetti dei cannocchiali secenteschi a lenti singole, l'aberrazione sferica e cromatica, possono essere ridotti usando obiettivi di grande distanza focale e di piccola apertura. Il diametro relativamente piccolo della lente esclude i raggi extra-assiali, principale causa dell'aberrazione sferica, mentre, ingrandendo l'immagine, si riducono gli effetti dell'aberrazione cromatica. Da notare che i lunghi cannocchiali sono talmente poco luminosi da essere pressoché inservibili per le osservazioni stellari.

Gli ottici del Seicento propongono delle regole empiriche per dimensionare i cannocchiali a lenti semplici. Ad esempio, il famoso ottico olandese Nicolas Hartsoeker (1656-1725), che collabora anche con Huygens e Giovanni Domenico Cassini a Parigi, consiglia di adottare, in generale, la regola della focale dell'oculare uguale al diametro dell'obiettivo e un rapporto focale (il rapporto tra la focale e il diametro obiettivo) compreso tra 50 e 500.

Per Hartsoeker un cannocchiale di 4 centimetri di diametro deve avere una focale di 2,7 metri, un oculare di 4 centimetri di fuoco ed un ingrandimento di 63 volte, uguale cioè al rapporto focale. Per dimostrare al mondo la propria abilità, egli ha anche concepito, ma mai realizzato, un gigantesco cannocchiale di 170 metri di focale, con l'obiettivo di 30 centimetri di diametro ad oltre 500 ingrandimenti.

La regola applicata da Hatsoeker è sicuramente derivata dalle ricerche di ottica pratica di Huygens che ha proposto la relazione seguente, nella quale il diametro *D* dell'obiettivo è legato alla distanza focale *F*:

$$F = 15{,}3 \times D^2 \text{ (in centimetri)}$$

Rispettando approssimativamente la relazione sopra scritta, Constantyn Huygens, fratello di Christiaan, realizza lenti per cannocchiali con le seguenti notevoli caratteristiche: 35 metri di fuoco e diametro della lente di 19 cm; poi un 50 metri di fuoco e 21 cm e, infine, un 65 metri di fuoco e 23 cm di apertura libera.

Il maggiore limite meccanico dei cannocchiali di lunghissima focale è di tipo strutturale: le flessioni di questi giganteschi strumenti sono pressoché ineliminabili. Per puntarli verso il cielo sono poi necessari molti uomini, ed è davvero un'impresa tenere centrato l'oggetto celeste nel campo di vista. E, ancora, basta un semplice alito di vento per far vibrare l'immagine in modo dannoso ed incontrollabile. E' noto che Fontana, nelle sue *Novae Coelestium observationes*, ha osservato i corpi celesti con un cannocchiale di 50 palmi (circa 11 metri di focale) e lo stesso Eustachio Divini ha disegnato la sua famosa carta lunare con uno di 45 palmi.

Tutti questi tubi sono realizzati in carta, latta o legno, e la loro sezione può essere circolare, quadrata od ottagonale. In tutti i casi, per evitare che la struttura si incurvi, hanno bisogno di un sostegno che corre per tutta la loro lunghezza. Il sostegno e la manovra dei lunghi tubi è stato ampiamente studiato da alcuni dei maggiori astronomi e costruttori ottici del Seicento. Huygens, nel 1659, osserva Saturno con un telescopio di *latta* lungo

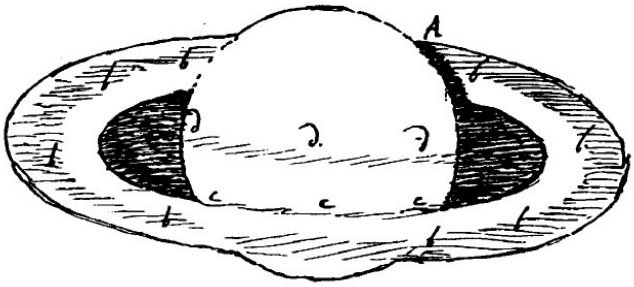


FIG. 19: *In questo disegno di Huygens, eseguito all'Observatoire l'8 dicembre 1675, al telescopio di Campani da 36 piedi e alla presenza di Cassini, è indicata una banda sul globo di Saturno e la divisione dell'anello in due parti. Non è però indicata espressamente la sottile divisione che porta il nome di Cassini.*

7.2 metri, sostenuto da pertiche congiunte in cima. Il tubo è sorretto da una fune che scorre in una carrucola posta al vertice del treppiede, mentre dalla parte dell'oculare, poggia su un piede portatile regolabile in altezza. Possiamo immaginare quanto sia instabile un sistema ottico-meccanico basato sulla sospensione del tubo per mezzo di una corda.

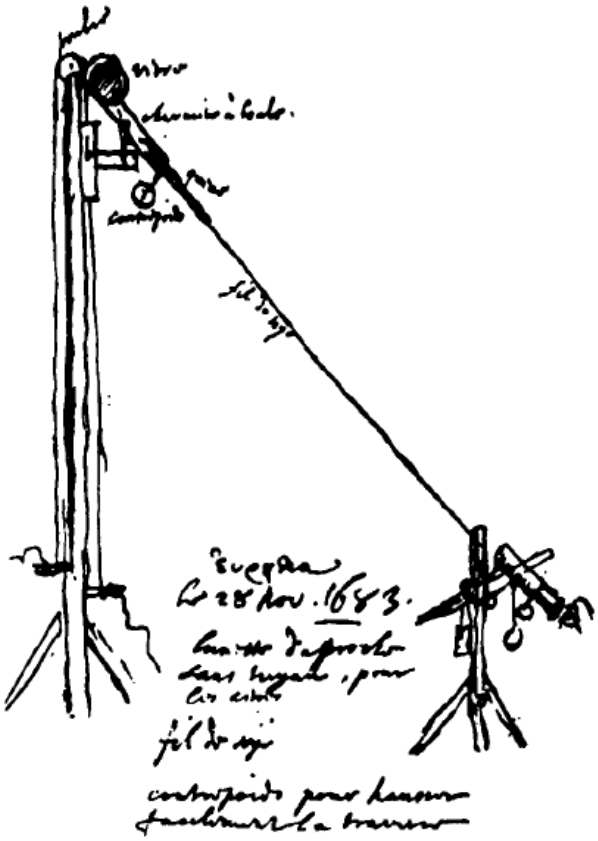


FIG. 20: *Schizzo di un cannocchiale astronomico senza tubo, del 28 novembre 1683, in un disegno di Huygens. Il filo serve per trovare la posizione esatta del fuoco e di allineare l'oculare con l'obiettivo.*

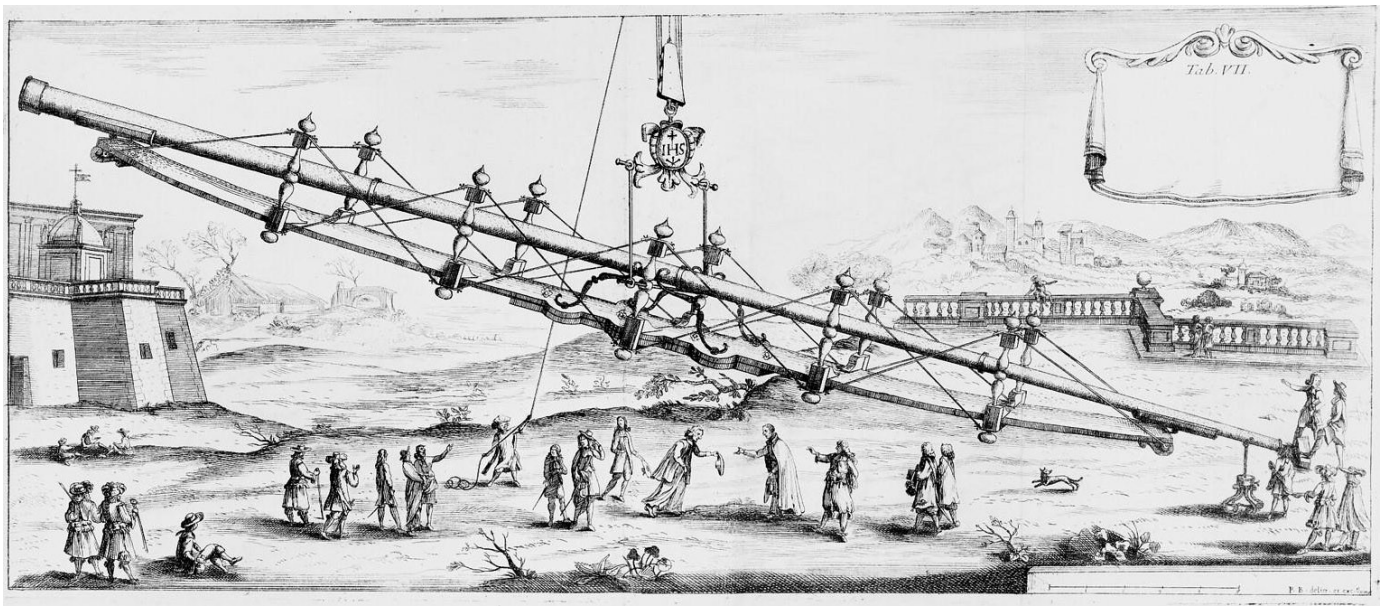


FIG. 21: *Anche la fantasia gioca la sua parte: in questa bella incisione del 1728, il padre Francesco Bianchini, noto astronomo, letterato ed archeologo, raffigura uno straordinario telescopio a tubo, sospeso "per grazia divina", probabilmente ad un gancio del cielo! (da: F. Bianchini,* Hesperi et phosphori nova phaenomena, *1728).*

In effetti, la mancanza di soluzioni meccaniche capaci di garantire saldezza e rigidità ai lunghi cannocchiali della metà del Seicento, induce Leopoldo de' Medici ad indire una gara tra gli accademici del Cimento per la miglior soluzione del problema.

Quella progettata da Candido del Buono, presentata all'accademia dal fratello Anton Maria, vince la gara. Questo gigantesco cannocchiale, noto come l'*Arcicanna* (fig. 22), non sarà però mai realizzato.

Vincenzo Antinori, nelle sue cronache dell'accademia del Cimento, scrive: "*Allora immaginati furono vari congegni per agevolare i moti dei cannocchiali, finché, Candido del Buono, inventò la sua ingegnosissima Arcicanna…*"

Leopoldo invia a studiosi di tutta Europa il progetto di del Buono, e tra questi Huygens, che l'approva pienamente: *sono ammirato dall'ingegno dell'autore che ha risolto con rara abilità un problema così complesso*.

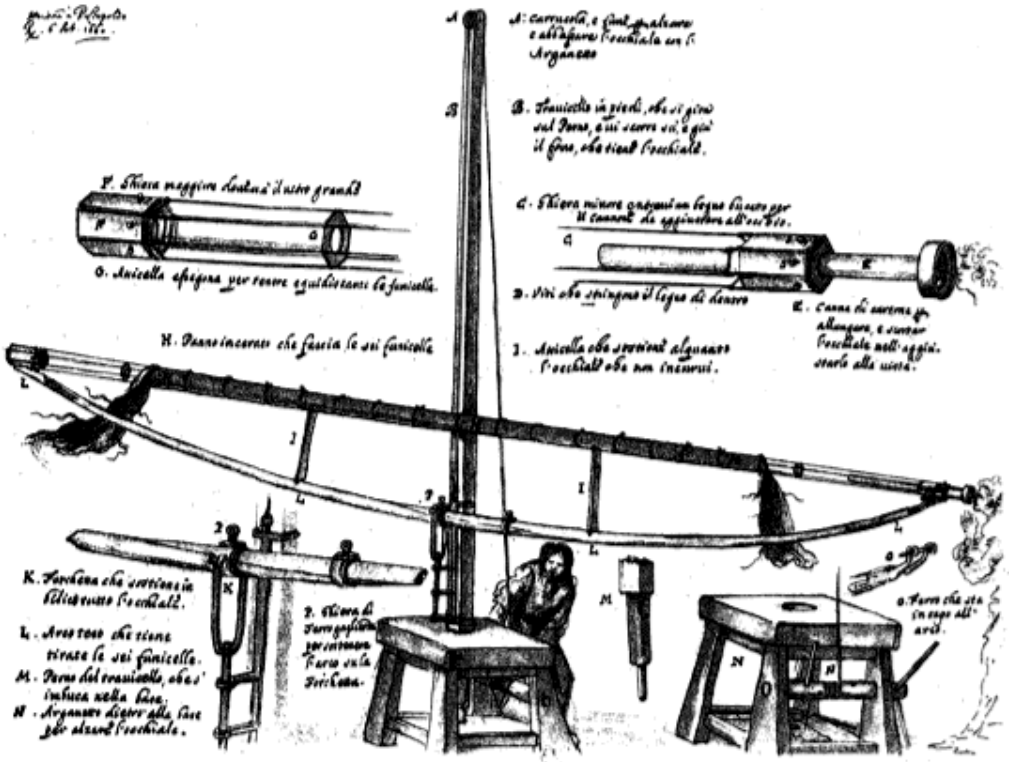


Fig. 22: *Il disegno originale dell'arcicanna con la descrizione delle varie componenti.*

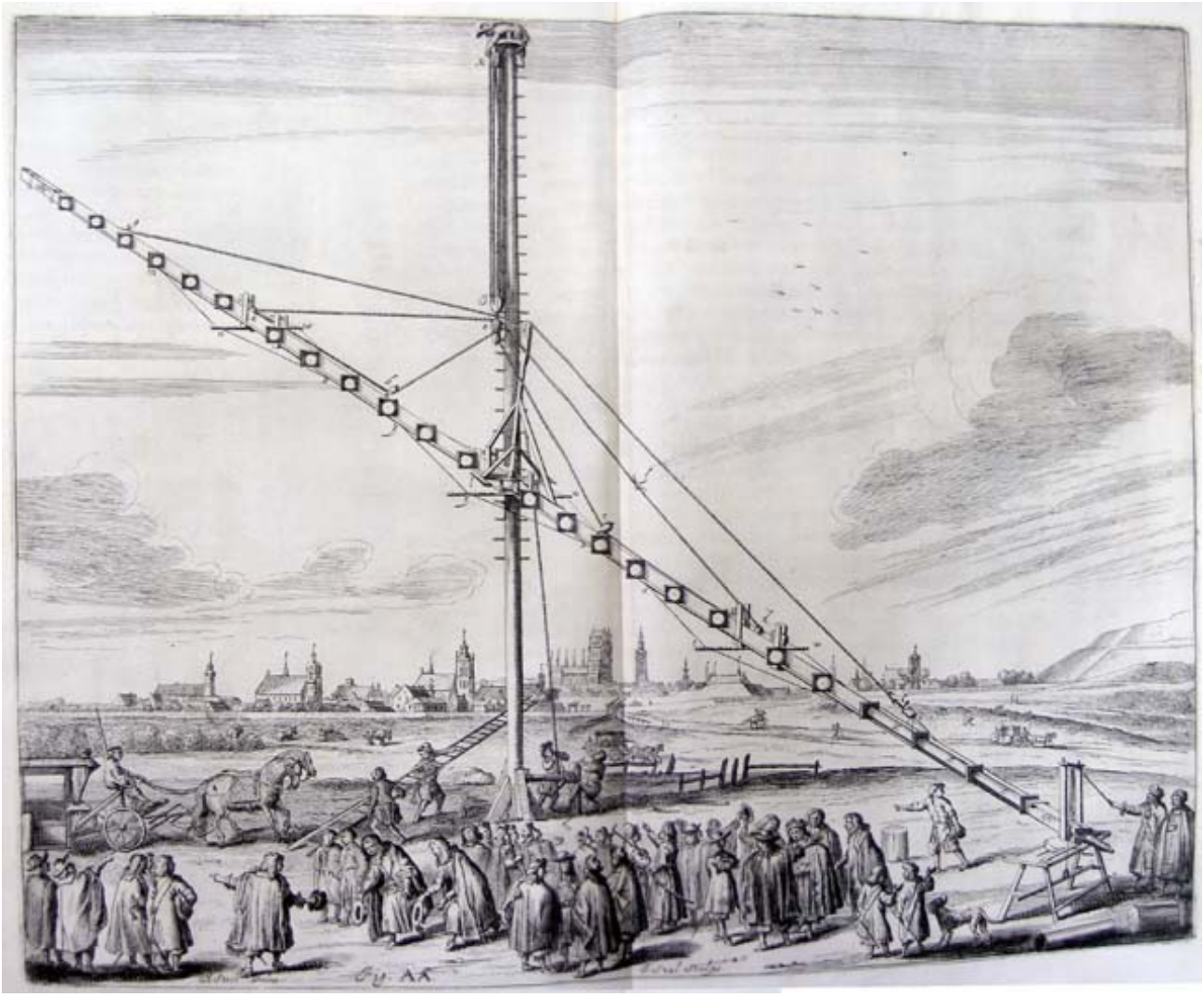


Fig. 23: *Il gigantesco Maximus Tubus di Hevelius, costruito su indicazioni di Tito Livio Burattini, è installato sulla spiaggia davanti a Danzica, non sarà mai utilizzato a causa delle enormi difficoltà per gestirne le imponenti dimensioni.*

L'arcicanna costituisce uno dei primi tentativi per eliminare la canna telescopica, ma la sua struttura, ancora troppo pesante e sostenuta in modo precario da una semplice fune, non costituisce certamente una soluzione efficace contro le flessioni e le torsioni della struttura e non elimina la sorgente delle vibrazioni che produce il fastidioso tremolio dell'immagine.

All'arcicanna si ispirano anche Hevelius e l'italiano Tito Livio Burattini (1617-1681). Quest'ultimo soggiornò a lungo in Polonia, dove ricoprì l'incarico di architetto reale e ricevette in appalto le miniere d'argento di Olkusz. Annovera tra i suoi migliori amici, Paolo, uno dei fratelli del Buono, morto prematuramente nel 1659.

I gravosi incarichi istituzionali, non impedirono a Burattini di occuparsi con successo, della costruzione di lenti e di supporti per i grandi cannocchiali. Nel 1665 realizzò uno strumento, chiaramente derivato dall'arcicanna, di ben 35 braccia fiorentine di lunghezza focale, che sembra essere stato apprezzato da Adrien Auzout, esperto costruttore francese di strumenti scientifici. La notevole lunghezza di questo strumento, 20 metri, ed un peso di 750 chilogrammi, lo ponevano tra i più massicci cannocchiali mai realizzati.

E' nota la sua collaborazione con Hevelius, tanto che il *maximus tubus* (fig. 23), lo strumento di maggiori dimensioni costruito dall'astronomo di Danzica, è realizzato su suo progetto. Questo straordinario cannocchiale, lungo 46 metri, ed eretto da Hevelius sulla spiaggia di fronte alla città, dà notevoli grattacapi di natura tecnica ed operativa se, dopo molti mesi dalla sua realizzazione l'astronomo non è ancora riuscito a provarlo. La soluzione costruttiva inventata da Burattini è particolarmente ingegnosa: egli utilizza delle lunghe assi congiunte per una costola ad angolo retto, formando una sezione ad "L"; in questo modo riduce la flessione delle tavole.

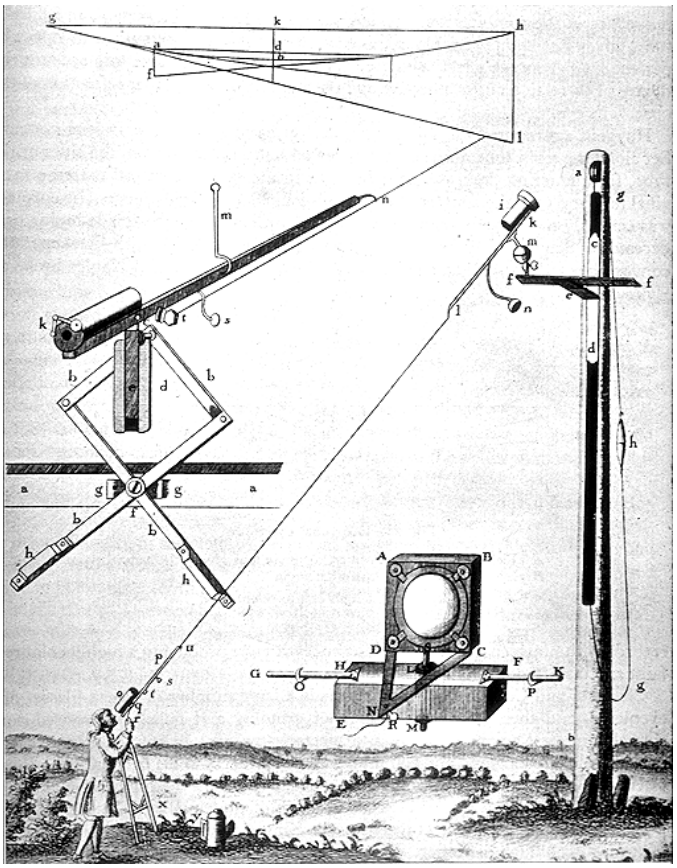


FIG. 24: *L'astroscopio, il telescopio aereo di Hugens di 123 piedi di focale.*

Ma l'uso di strumenti di tale lunghezza implica difficoltà tali da far pensare che costituissero un ostacolo insormontabile sulla via dello sviluppo delle capacità risolutive dei cannocchiali.

La ricerca di soluzioni alternative all'utilizzo di gigantesche travi in legno prosegue anche negli anni successivi, fino a quando Huygens propone il suo famoso cannocchiale aereo, privo della trave di unione che rende solidale l'obbiettivo con l'oculare.

Huygens non si limita a proporre un nuovo tipo di cannocchiale, il suo contributo al miglioramento dei sistemi ottici per l'astronomia è di grande rilevanza sia teorica sia pratica. In primo luogo, fa uso di diaframmi per limitare le luci parassite che possono giungere all'occhio. Inventa poi un oculare, che porta ancora il suo nome, costituito da due lenti piano-convesse di identica focale, che ha il pregio di ridurre l'aberrazione di sfericità delle lenti semplici.

Il progetto del montaggio aereo del cannocchiale è elaborato nel novembre del 1683 (fig. 24), quando concepisce l'idea di porre l'obiettivo su di una guida regolabile in altezza, fissata all'estremità di un lungo palo. Lo stesso obiettivo è montato su di un supporto sferico contrappesato e dotato di una 'coda', alla quale è fissato un filo di seta, di lunghezza opportuna, alla cui estremità è legata un'altra 'coda' connessa all'oculare. L'insieme, secondo Christiaan Huygens, è facilmente manovrabile da un operatore a terra.

Il prototipo dell'*astroscopio*, così chiama il suo cannocchiale aereo, è stato approntato in un solo mese di lavoro da Christiaan con la validissima collaborazione del fratello Constantyn, e subito installato nel giardino di casa a L'Aia.

I primi test su Saturno sono molto soddisfacenti: il pianeta mostra fini dettagli e l'ombra degli anelli è ben percepibile sul suo disco. Nei mesi successivi, l'uso prolungato dell'astroscopio gli suggerisce alcuni perfezionamenti.

Si rende conto che non è per nulla facile centrare l'astro cercato e mantenerlo poi nel campo dello strumento. Dopo alcuni tentativi, elabora il progetto di un dispositivo che gli permette di bloccare l'oculare, una volta trovato l'astro, e di seguire il suo movimento senza perdere l'allineamento ottico dell'insieme. Esso è costituito da una losanga (un poligono articolato), alla quale è applicato l'oculare, supportata da un cavalletto. Dopo qualche decina di secondi, vale a dire il tempo necessario al pianeta per raggiungere il bordo del campo visuale, un leggero allentamento del filo e una pressione sulla losanga consente di riportare l'astro sull'asse ottico dello strumento.

Huygens cerca di diffondere i principi di costruzione dello strumento, inviando a colleghi ed appassionati la sua opera *Astroscopia*, nella quale ha ampiamente documentato le sue ricerche sui cannocchiali aerei. Tra questi Claude Perrault, che presenta l'invenzione dell'astronomo olandese all'*Académie* nella seduta del 17 maggio 1684 e Cassini all'*Observatoire*.

Nel marzo del 1684, intanto che Huygens attende alla stesura del suo opuscolo sui grandi cannocchiali, Cassini cerca di adattare all'osservazione una lente di 100 piedi (31 metri) e di 13 centimetri di apertura libera, lavorata da Giuseppe Campani.

Una circostanza assai favorevole gli si presenta proprio in quei giorni: Saturno occupa in cielo una posizione che si offre ad un montaggio assai particolare del cannocchiale da 100 piedi.

In una lettera allo stesso Huygens, descrive le sue osservazioni del pianeta e dell'apparato di supporto della lente e dell'oculare: "*Avendo trovato, attraverso il calcolo, che si sarebbe potuto vedere Saturno al suo passaggio al meridiano ponendo il vetro di 100 piedi*

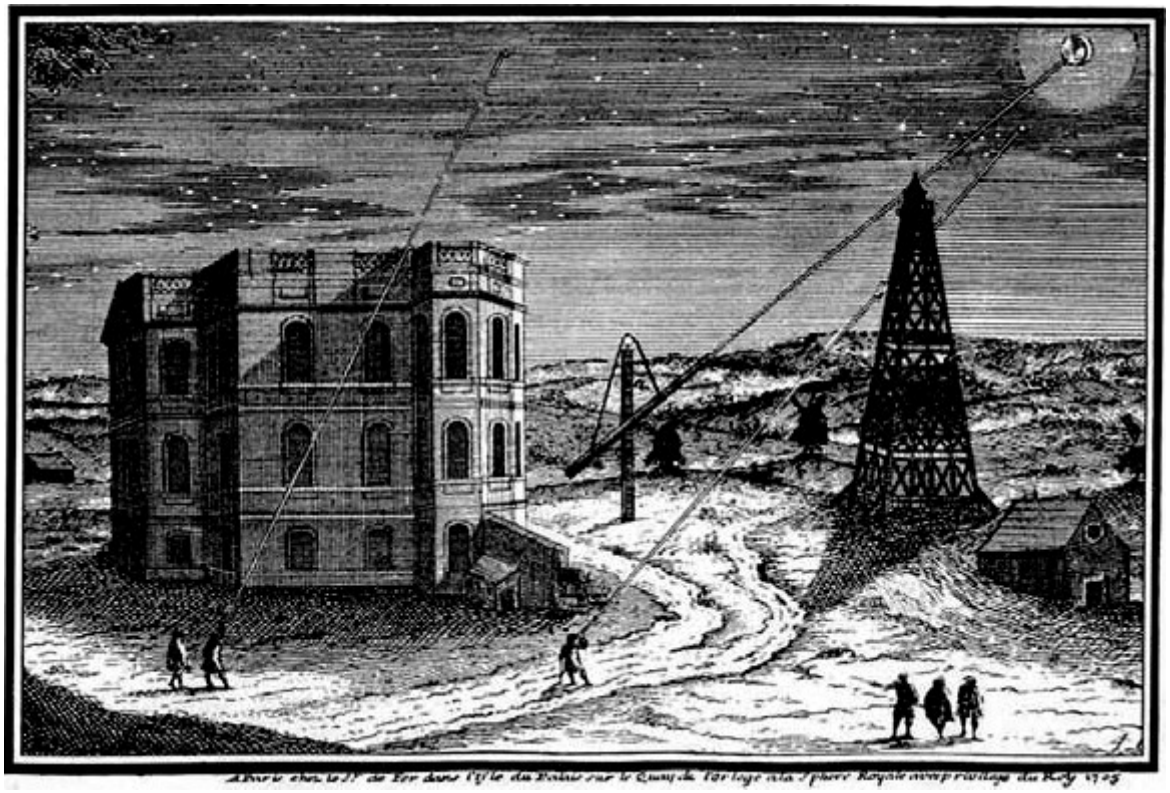


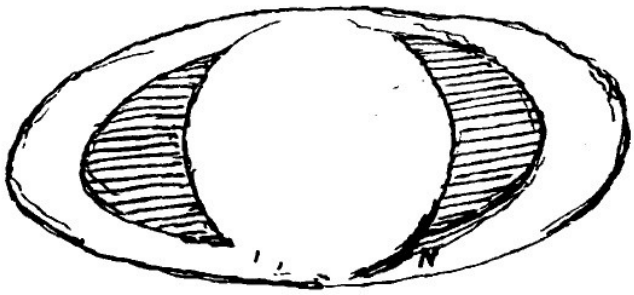
FIG. 25: *L'Observatoire nel periodo in cui Cassini I utilizzava i lunghi cannocchiali senza tubo. La torre di destra è quella di Marly, in legno, originariamente costruita per sollevare l'acqua per i serbatoi di Versailles e che l'astronomo trasferisce all'Observatoire per utilizzarla come supporto per i suoi obiettivi di lunga focale.*

all'angolo della Torre Orientale dell'Osservatorio e traguardando l'astro dalla corte del lato settentrionale, mi preparavo all'osservazione di questo passaggio. Realizzai una specie di leggio il cui piano era inclinato all'orizzonte tanto quanto l'altezza meridiana di Saturno richiedeva, in modo che il raggio dell'astro fosse perpendicolare al suo passaggio per il meridiano... Misi poi il tubo dell'oculare su un piede che portava un'articolazione a gomito, per poterlo ruotare da ogni lato, e a un cric che lo alzava e lo abbassava fino a due piedi. Io lo portai nel punto dove avevo calcolato che occorreva piazzarlo per essere al fuoco dell'obiettivo".

E non priva d'interesse appare la tecnica impiegata per mettere a fuoco l'immagine del pianeta: "*Ricevevo su un foglio di carta l'immagine di Saturno che l'obiettivo formava assai distintamente... e spostavo la carta finché l'immagine era ad uno di suoi angoli, avvicinavo poi l'oculare montato sul piede, lo alzavo e abbassavo con il cric quanto necessario... infine l'immagine cadeva nell'oculare, che avevo la comodità di indirizzare verso l'obiettivo e di avanzare o spostare indietro un po', fino a quando vedevo distintamente Saturno*".

La profondità di messa a fuoco del grande obiettivo è abbastanza limitata, non eccede infatti i 7 centimetri rispetto ai 31 metri di focale e ciò implica una paziente e non facile ricerca della miglior nitidezza della visione.

In quei giorni gli sforzi di Cassini sono pienamente coronati dal successo: per mezzo dell'obiettivo di 100 piedi scoprì, come abbiamo visto, due nuovi satelliti di Saturno, Tethis e Dione. Particolare curioso: questo magnifico obiettivo non è mai stato pagato e il costruttore romano, Campani, vista la mala parata, lo reclama con insistenza per l'osservatorio che la regina Cristina di Svezia progetta di installare nella sua villa su di un colle della Città Eterna. Cassini, con disappunto di Huygens, non è interessato ad utilizzare l'astroscopio perché, sostenendo di averlo seriamente sperimentato, lo trova affetto da un grave inconveniente che, in una lettera all'astronomo olandese del 1° agosto 1684, descrive con queste parole: "*non ho potuto superare la difficoltà di tenere perfettamente teso il filo per dirigere i vetri che noi abbiamo di Campani, il leggero vento che qui soffia pressoché costantemente, lo faceva curvare troppo*". Huygens, irritato dalla scarsa considerazione riservata alla sua invenzione, capisce che l'orgoglioso astronomo non avrebbe mai impiegato un sistema elaborato da altri. La consapevolezza di ciò gli appare evidente quando Perrault, l'architetto dell'*Observatoire*, velenosamente, lo informa che Cassini non ha mai veramente provato l'astroscopio.



Una delle ultime osservazioni di Saturno eseguita da Huygens il 24 agosto 1693 con un cannocchiale di quasi 15 metri di focale, realizzato dal fratello Costantyn. Con la lettera N è indicata la posizione dell'ombra del globo di Saturno sull'anello.

Non abbiamo sufficienti elementi per stabilire se quanto asserito da Perrault corrisponde a verità. Siamo però certi che l'architetto detesta quell'astronomo italiano, un po' presuntuoso che, con scarsa diplomazia, appena giunto a Parigi e di fronte al re, non ha risparmiato pesanti critiche, per altro pienamente giustificate, al suo progetto dell'*Observatoire*.

Allorché Cassini vuole continuare le sue osservazioni planetarie passando all'altro gigantesco obiettivo di Campani di 134 piedi (41 metri), si rende subito conto di aver bisogno di un supporto alto almeno 35 metri. Per questo chiede a Luigi XIV di poter trasportare all'*Observatoire* la torre di 120 piedi che è stata eretta a Marly per l'escavazione di pozzi artesiani, ma che da tempo giace inutilizzata.

Il permesso gli è prontamente concesso e poco dopo la grande struttura è pronta all'uso nel giardino dell'*Observatoire*, ma le difficoltà legate all'impiego di uno strumento così ingombrante non consentono a Cassini di compiere altre scoperte planetarie.

L'osservazione alla torre di Marly, macchinosa e scomoda, si svolge in questo modo: ai piedi della torre, la lente è orientata e bloccata in direzione dell'astro, è poi issata all'altezza prevista dai calcoli e, immediatamente dopo, per non perdere tempo, l'astronomo si sposta in direzione della presunta posizione del fuoco. Per trovare l'astro si aiuta con il solito foglio di carta, operazione affatto semplice a causa della bassa luminosità del sistema ottico e dell'oggetto.

Per centrare finemente l'astro nel campo di vista opera traslando orizzontalmente e spostando verticalmente il supporto dell'oculare.

Il pianeta attraversa il campo di vista in poche decine di secondi e, se questo non basta a complicare le cose, dopo alcuni minuti, per compensare la variazione dell'altezza dell'astro, è necessario far ridiscendere l'obiettivo dalla torre per orientarlo nuovamente, in un continuo e sfibrante ripetersi di tutte le operazioni di puntamento.

Conclusione

Dobbiamo riconoscere che il cannocchiale aereo di Cassini è molto meno pratico ed efficace dell'astroscopio di Huygens, tant'è che, dopo poco tempo, Cassini, preso atto dei grossi limiti operativi dell'enorme cannocchiale e della sua ingombrante torre, torna definitivamente all'uso di strumenti più convenzionali.

Scomparsi lui e Huygens, i cannocchiali aerei sono abbandonati e per l'astronomia *fisica* inizia un lungo declino. Nel secolo successivo e fino all'epoca di Herschel, gli astronomi, principalmente indirizzati verso l'astronomia di posizione, non dispongono più di strumenti in grado di rivelare i deboli satelliti di Saturno scoperti da Cassini. I grandi obiettivi riappaiono negli ultimi 15 anni del XVIII secolo, e solo con il loro impiego sono possibili nuove scoperte planetarie; ma non si tratta più di lenti di vetro, bensì di grandi specchi metallici.

Per quanto riguarda i rifrattori, bisognerà attendere il XIX secolo perché i sistemi a lenti finalmente sorpassino, in ingrandimento e risoluzione, i grandi vetri di Huygens, Campani e dei loro emuli.

Rodolfo Calanca è direttore editoriale di ASTRONOMIA NOVA e responsabile delle attività culturali e scientifiche di EAN, https://drive.google.com/file/d/0BxRVI4UFuL2kS0dOWVlYWm1Sd2s/edit?usp=sharing

ALCUNI TRANSITI DI PIANETI EXTRASOLARI ALL'OSSERVATORIO DI LIBBIANO

Alberto Villa
vilalber@tin.it

L'Osservatorio e la sua strumentazione

Il Centro Astronomico di Libbiano, gestito dall'Associazione Astrofili Alta Valdera, si trova nell'omonima frazione del Comune di Peccioli, in provincia di Pisa. Esso e' stato inaugurato il 28 ottobre 2006, alla presenza del prof. Franco Pacini e del Sindaco del Comune di Peccioli Silvano Crecchi.

E' composto da due distinte strutture:

- Il Centro Didattico (nella ex scuola), con la Sala Conferenze, con una capienza di 50 posti a sedere, provvista di videoproiettore, visore di lucidi e diapositive.

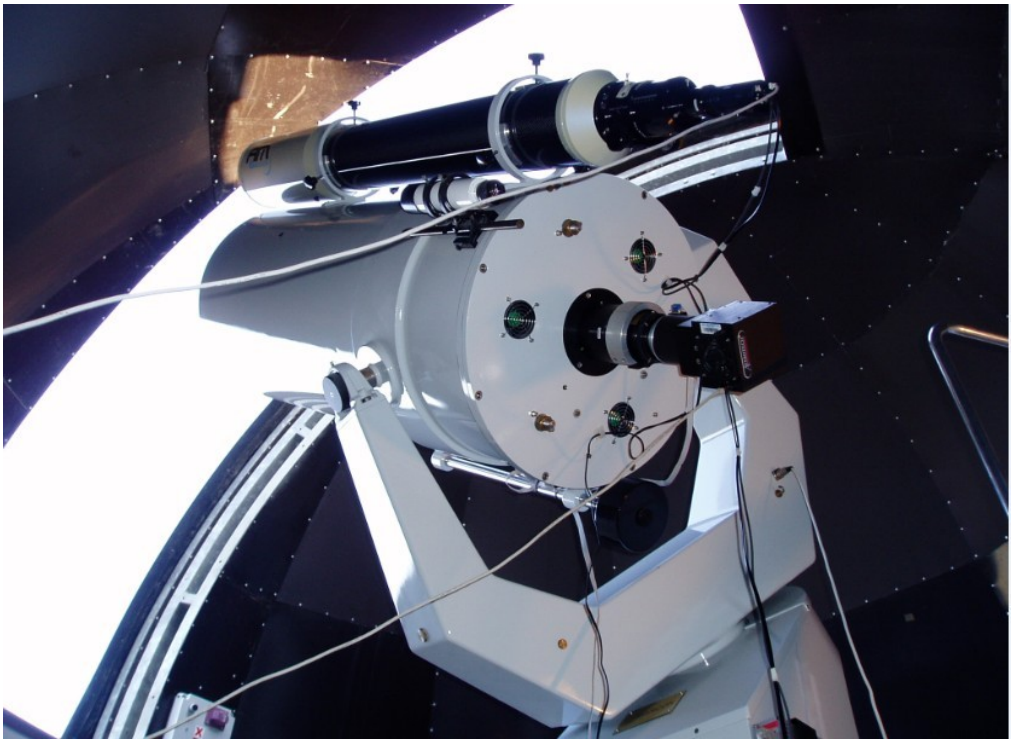
All'ingresso la Mostra permanente, costituita da pannelli espositivi con immagini riprese dai soci dell'AAAV, www.astrofilialtavaldera.it/.

All'interno di uno dei locali è installato il planetario.

Il vero e proprio Osservatorio, intitolato a Galileo Galilei, ospita i due telescopi principali: un Ritchey-Chretien 500 millimetri di diametro con focale a f/8, e un rifrattore apocromatico da 180 millimetri.

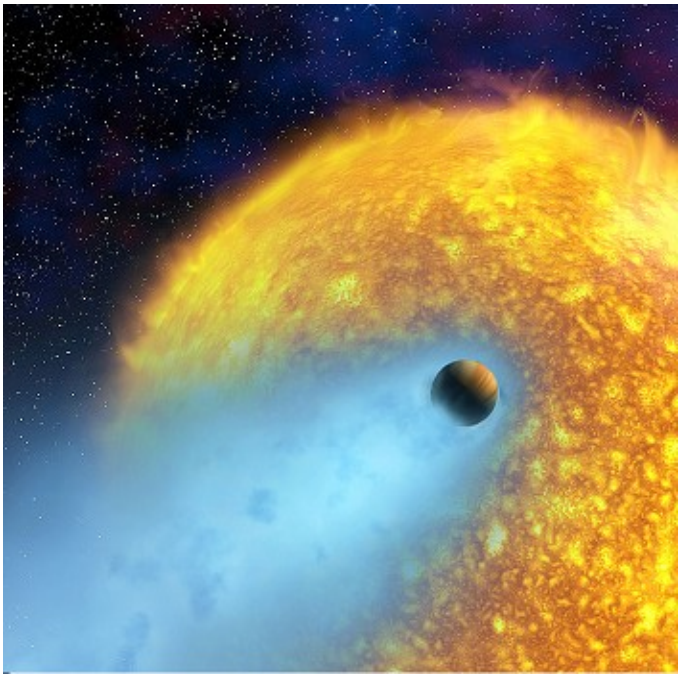
L'Associazione Astrofili Alta Valdera, che gestisce la struttura, si occupa di divulgazione scientifica e di ricerca in alcuni settori dell'astronomia: fotometria dei transiti di pianeti extrasolari, spettroscopia solare e stellare, ecc.

Per il pubblico si programmano degli incontri con scadenza quindicinale, nel corso dei quali si approfondiscono argomenti di natura astronomica e si eseguono osservazioni guidate del cielo.



In alto, la cupola dell'osservatorio di Libbiano. A fianco, i due telescopi principali dell'Osservatorio, il 500 mm ed il rifrattore di 180 mm. In primo piano la camera CCD FLI - Kodak KAF 1001E class 1, 1024 x 1024 pixel.

L'atmosfera del pianeta HD 209458 è costituita principalmente da idrogeno, con discrete quantità di ossigeno e carbonio. L'eccessiva vicinanza alla stella, tuttavia, la espone alla forza del vento stellare, che la trascina via generando, in direzione opposta, una lunga coda di gas. L'enorme irraggiamento è inoltre responsabile di intensi venti carichi di monossido di carbonio con velocità spaventose, tra 5.000 e 10.000 km/h. Sulla base di nuovi modelli teorici, sviluppati nell'aprile 2007 a seguito delle scoperte effettuate mediante l'indagine spettroscopica, è stata avanzata l'ipotesi che nell'atmosfera del pianeta possano essere presenti tracce di vapore acqueo. A fianco, una rappresentazione artistica.



Ricerche sui transiti extrasolari in Osservatorio

E' dal 2007 che ci occupiamo di fotometria dei transiti di pianeti extrasolari. Fummo tra i primi, infatti, ad accogliere l'invito del Planetary Team (ora EAN, www.eanweb.com, che edita questa rivista), conseguendo, fin da allora buoni risultati scientifici nella fotometria in alta precisione di questi importantissimi fenomeni.

Il metodo dei transiti consiste nel rilevare la diminuzione di luminosità della curva di luce di una stella quando un suo pianeta transita di fronte ad essa. Il calo di luce è correlato alla dimensione relativa della stella ospite, del pianeta e della sua orbita. Ad esempio, nel caso di HD 209458 (si veda la figura a fianco), uno dei più classici esempi di pianeta in transito, la diminuzione di luce è dell'ordine dell' 1,5%. Si tratta di un metodo fotometrico che funziona solo per la piccola percentuale di pianeti la cui orbita è perfettamente allineata col nostro punto di vista. La grande importanza scientifica delle osservazioni dei transiti sta nel fatto che essi consentono di determinare il raggio, l'inclinazione dell'orbita, la massa e la densità media del pianeta.

In questo articolo sintetizzeremo le osservazioni di alcuni transiti eseguite all'Osservatorio di Libbiano.

14 marzo 2014: transito di HAT-P-20b

HAT-P-20 è una stella di magn. 11.4, con dimensioni pari a 3/4 di quelle solari, dista 220 anni luce.

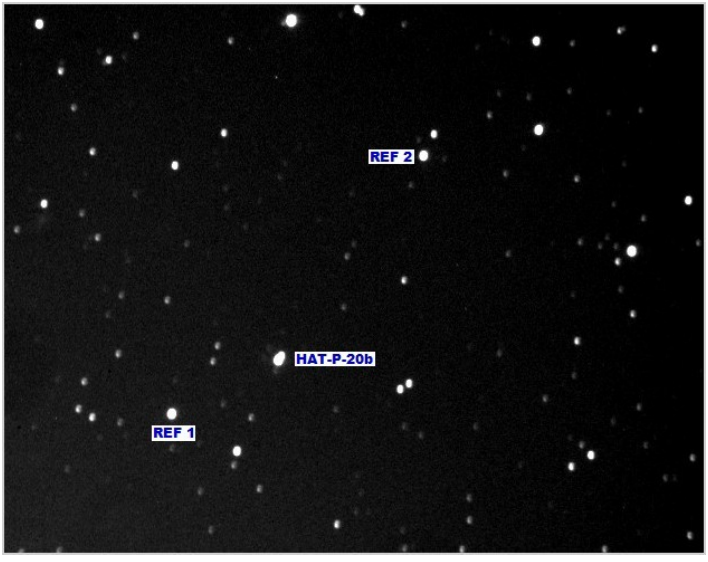
Il pianeta è stato scoperto nel 2010 ed ha una massa 7 volte quella di Giove. La sua temperatura superficiale è quasi 900 °C. Rivoluziona intorno alla sua stella in meno di tre giorni.

Abbiamo osservato il transito del 14 marzo scorso, a partire dalle 22:21 UT, in una serata sostanzialmente buona con il cielo limpido durante quasi tutta la durata del fenomeno.

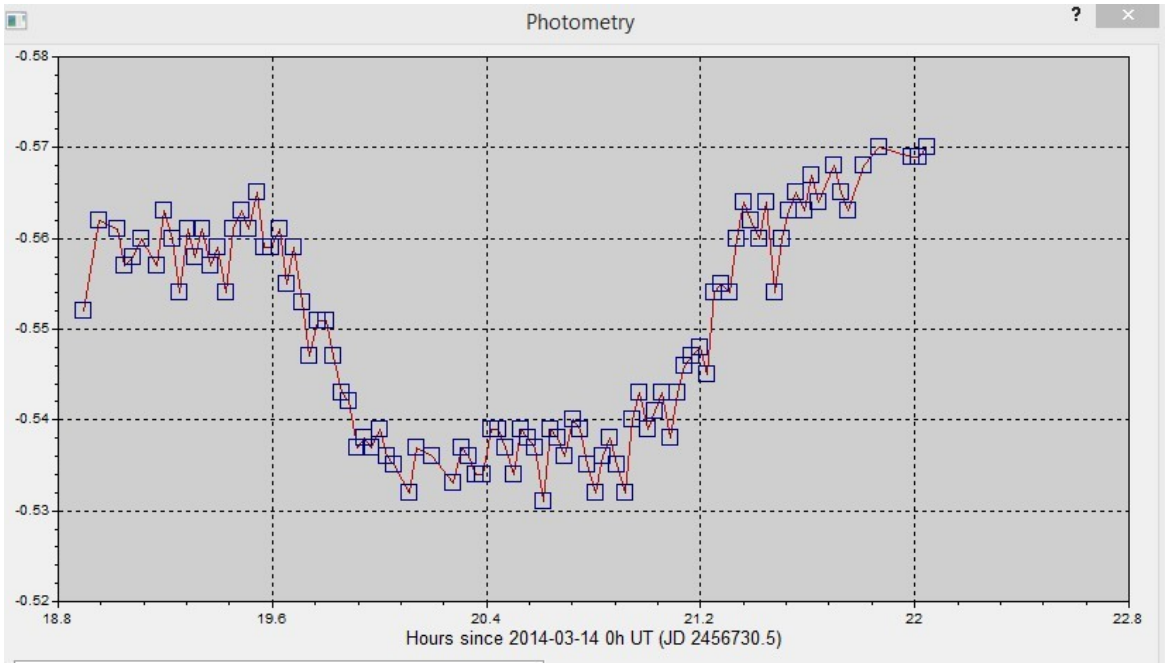
Appena dopo l'egresso qualche immagine è stata compromessa da rapidi passaggi di nubi sparse.

Le prove effettuate con cielo limpido nelle serate precedenti indicavano come ottimale, con il 50cm e la camera CCD FLI, una esposizione di 75" con le stelle a fuoco. Per poter gestire con elasticità la sequenza in relazione a possibili cambiamenti del meteo, si è ritenuto opportuno allungare la posa a 90 secondi impostando una sfocatura di 100 unità Robofocus.

In caso di variazioni meteo, è cosi possibile modificare i valori di "Max Pixel" / SNR modificando la messa a fuoco in entrambe le direzioni senza modificare la durata delle integrazioni.



Il campo di HAT-P-20b con le stelle di confronto

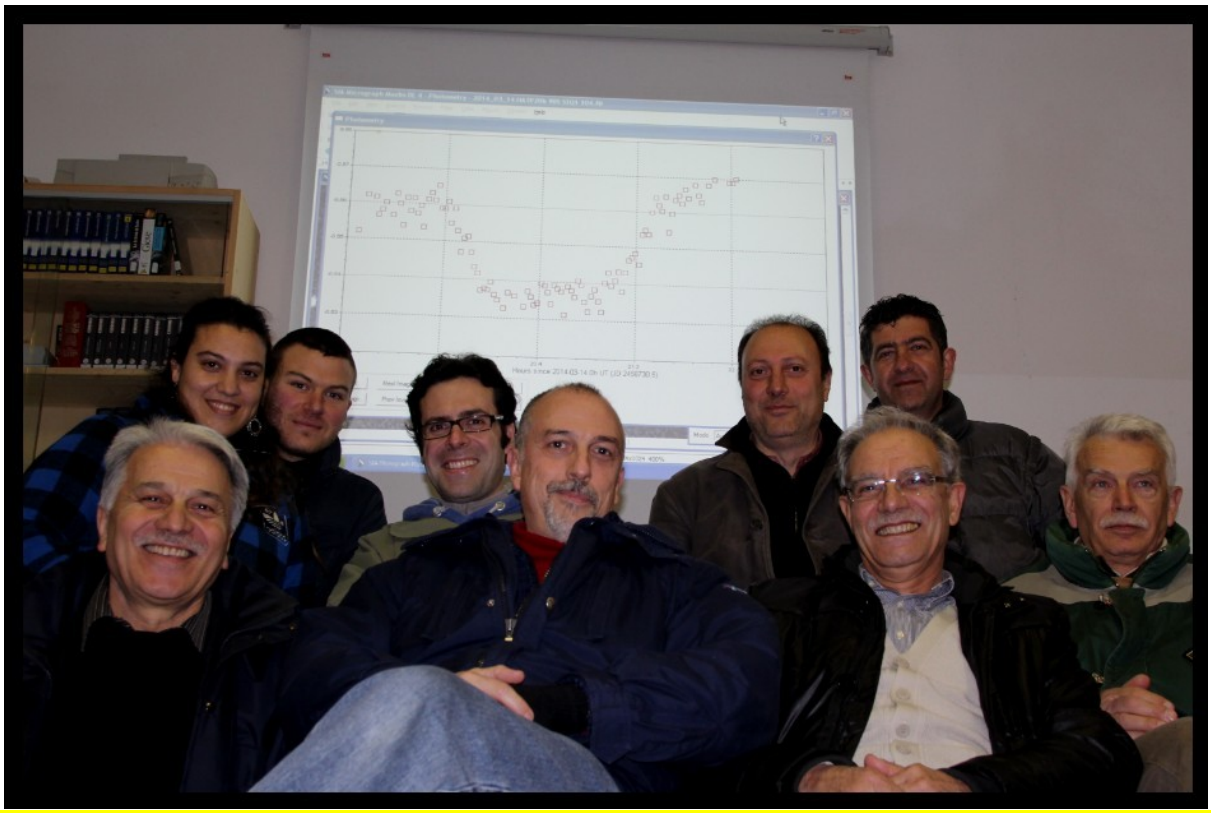


La curva di luce del transito di HAT-P-20b del 14 marzo.

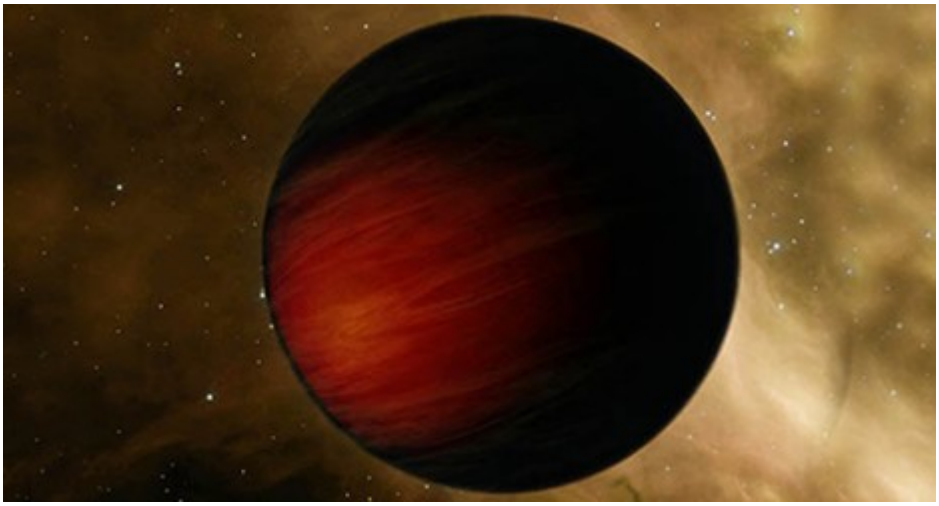
La sequenza delle riprese è stata avviata alle ore 19:00:00 T.U. e conclusa alle 22:15:00 dopo oltre mezz'ora dalla fine del transito. Le velature iniziali si sono gradualmente dissolte ma non è stato necessario apportare modifiche alle impostazioni di ripresa. Sono state eseguite 108 esposizioni e la curva risultante è assai buona. Se ne può dedurre una durata del transito di circa 107 minuti ed una profondità di 0.02 magnitudini.

9 maggio 2014: transito di TrES-2b

TrES-2b, scoperto il 21 agosto 2006 con il metodo dei transiti nell'ambito del Trans-Atlantic Exoplanet Survey. Ha inaugurato l'attività del telescopio spaziale Ke-



Il gruppo dell'AAAV che ha eseguito la ripresa del trandito di HAT-P-20b: da sinistra: Emilio Rossi, Silvia Gingillo, Lorenzo Bigazzi, Valerio Menichini, Alberto Villa, Carlo Buscemi, Paolo Piludu, Fabio Marzioli e Maurizio Feraboli.



Raffigurazione artistica di TrES-2b (crediti: NASA).

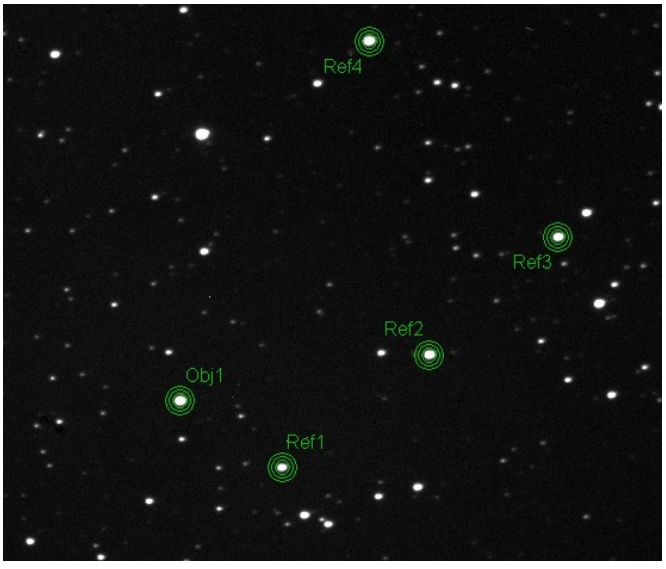
pler ricevendo perciò la denominazione Kepler-1b. Esso orbita intorno ad una stella nana gialla di magnitudine visuale 11,4 nel Dragone (alla distanza di 700 anni luce) in 2 giorni e 12 ore circa.

E' un pianeta con un diametro appena superiore a Giove ed un albedo di 0,01 (riflette cioè solamente l'1% della luce incidente), quindi molto più scuro della Luna, anzi, è il più scuro finora scoperto. Un suo transito dura circa 90 minuti, con una profondità di 0,017 magnitudini.

Abbiamo osservato il transito dell'8/9 maggio a partire dalle 22h 21m T.U. fino alle 00h 58m T.U. del 9 maggio, come al solito, con il 50cm e la camera CCD FLI.

Il cielo è stato sereno durante quasi tutto il fenomeno. Appena dopo l'egresso, qualche immagine è stata compromessa da rapidi passaggi di nubi sparse.

Sono state riprese 112 immagini con esposizioni di 75 secondi. La curva è evidente e ben tracciata, anche se la sua qualità è leggermente inferiore a quella della HAT-P-20b del 14 marzo.



Il campo di TrES-2b e le stelle di riferimento utilizzato per l'analisi fotometrica del transito.

14 maggio 2014: transito di GJ436b

GJ 436b è un pianeta di composizione incerta (si è supposto, via via, una composizione con prevalenza di idrogeno ed elio, un misto di ghiaccio e roccia, solo roccia ecc.) con una massa simile a quella di Nettuno (circa 23 volte la massa della Terra) ed un'orbita piuttosto eccentrica, con un semiasse maggiore che è appena 14 volte il raggio della sua stella, di tipo spettrale M, magn. 10.7.

Il pianeta transita in circa 62 minuti davanti alla sua stella, ma la sua massima variazione di luminosità è di appena 7/1000 di magnitudine!

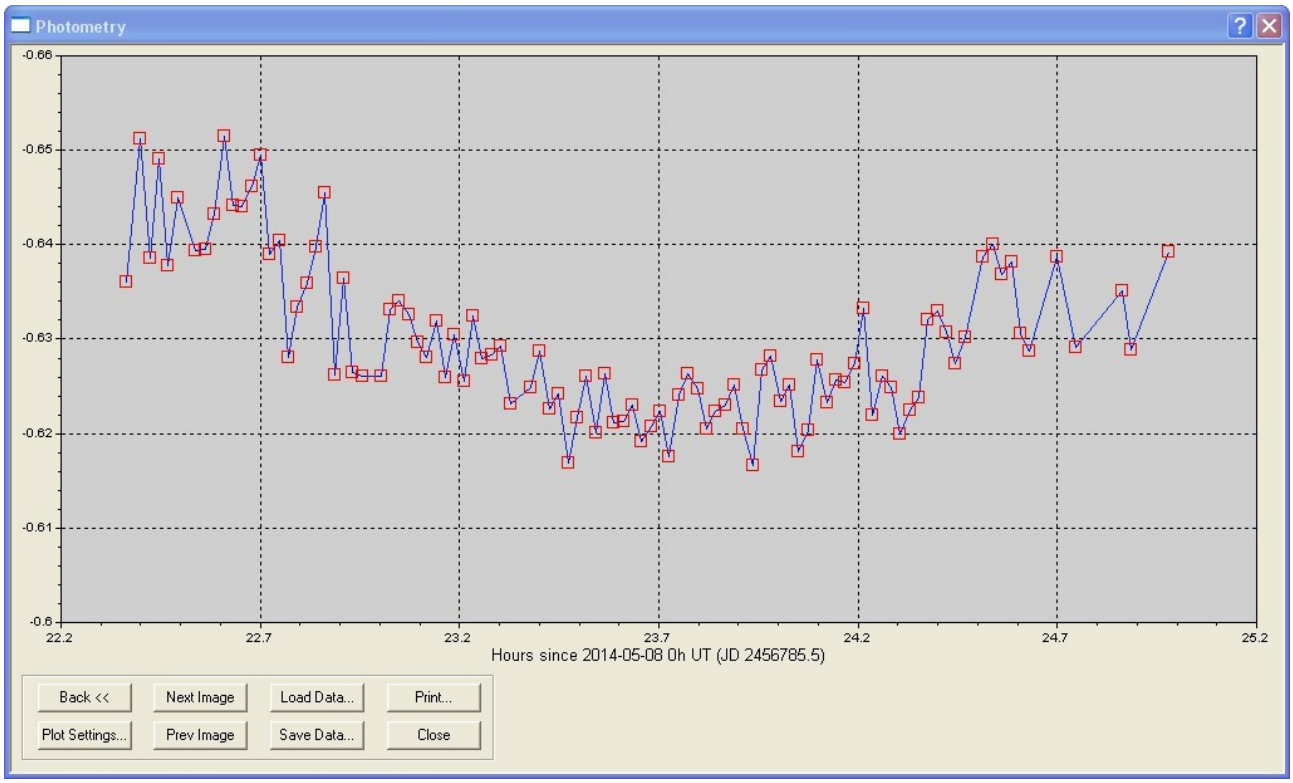
Il pianeta è stato scoperto nel 2004 dai team di ricerca di Paul Butler (Carnegie Institute of Washington) e Geoffrey Marcy (Università della California, Berkeley). Insieme a 55 Cancri e è stato il primo di una nuova classe di pianeti extrasolari, quelli di dimensioni simili a Nettuno. Nel 2007 è stato osservato un transito del pianeta sulla propria stella. Grazie al transito è stato possibile determinare il suo raggio e la sua massa.

All'Osservatorio di Libbiano abbiamo iniziato la sequenza di ripresa alle 23h 02m T.U., la fine, il 15 maggio alle 00h 07m T.U.

Luna e nubi appena prima dell'inizio e subito dopo l'egresso. Abbiamo scartato alcune integrazioni evidentemente affette da errore a cause di vibrazioni prodotte dal vento.

Sono state ottenute 52 immagini, 75 secondi di integrazione, al telescopio di 50cm.

Il risultato è interessante perché la curva, inviata al sito della Czech Astronomical Society, http://var2.astro.cz/ETD/index.php, specializzata nell'analisi fotometrica delle stelle variabili e dei transiti extrasolari, ha rilevato



La curva di luce del transito di TrES-2b dell'8/9 maggio scorso, con stella di riferimento "ref3"

un buon andamento, con un accettabile indice di qualità pari a 3 (in una scala da 1 a 5, dove 1 è attribuito alle curve migliori).

L'analisi della curva con il software ETD ha fornito un valore del raggio del pianeta pari a 0,418 Rj (dove Rj è il raggio di Giove preso come unità), mentre il dato più probabile è 0,438 Rj. Anche l'errore nell'inclinazione dell'orbita è molto contenuto, +0,5°.

Questi valori confermano la bontà delle osservazioni ottenute in un Osservatorio gestito da astrofili, dotato di una strumentazione di qualità e ben organizzato.

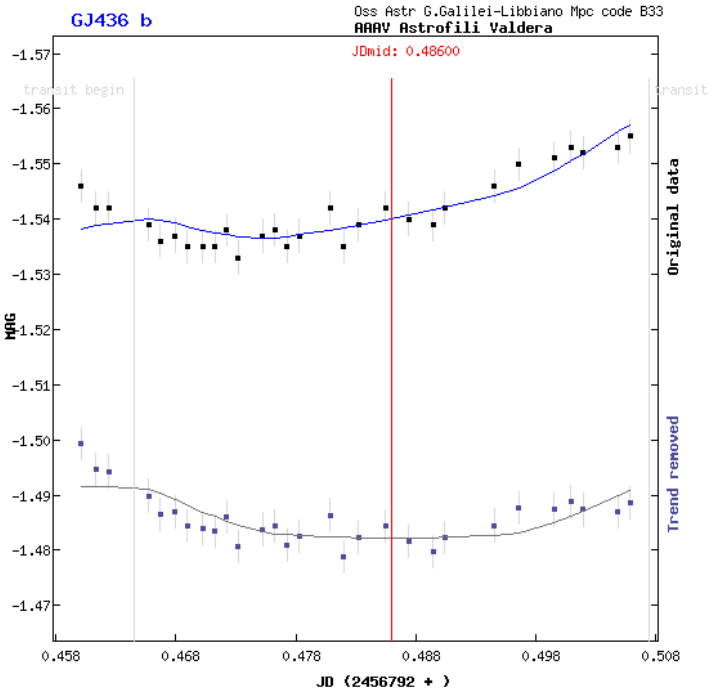
Come ottenere dei buoni risultati fotometrici dei transiti di pianeti extrasolari

Le immagini ottenute durante il transito non vanno né sommate né mediate: anche se in letteratura si trova chi lo fa, con la strumentazione amatoriale è una procedura sconsigliata.

Vanno eseguiti numerosi dark, bias e flat field prima e dopo la ripresa dei transiti. Questi vanno mediati e applicati alle immagini per la calibrazione; i principali programmi di analisi permettono di automatizzare questa procedura. È importante che i flat siano ben fatti. Si può utilizzare un foglio di plexiglas bianco traslucido

Associazione Astrofili Alta Valdera
www.astrofilialtavaldera.it

Da sinistra, in piedi: Francesco Biasci, Paolo Piludu, Maurizio Feraboli, Carlo Buscemi e Fabio Marzioli. Inginocchiati in prima file: Emilio Rossi, Valerio Menichini ed Alberto Villa. Non in foto: Dario Ciurli, Paolo Bacci, Silvia Gingillo e Lorenzo Bigazzi.



In alto la curva originale del transito di GJ436 b del 14 maggio all'Osservatorio di Libbiano. Sotto, la curva corretta tramite il software messo a punto dalla Variable Star and Exoplanet Section della Czech Astronomical Society, http://var2.astro.cz/ETD/index.php

fissato alla cupola che va illuminato con due lampade a basso consumo poste simmetricamente ai lati. Quando il tempo di integrazione del flat è di alcuni secondi si applichi dark e bias anche ai flat.

La magnitudine delle stelle con pianeti in transito è compresa tra la 8 e la 12 circa.

Non è pertanto necessario disporre di grandi strumenti per poter rilevare e studiare, in alta precisione, la curva di luce del pianeta in transito.

Essi però devono essere di buona qualità ottica, meccanica ed elettronica.

Ecco alcune utili indicazioni nella scelta e nell'uso del proprio equipaggiamento strumentale:

- Si possono impiegare telescopi, riflettori, rifrattori o S-C a partire da 15 cm di diametro, possibilmente con focali non troppo lunghe, per avere la certezza di trovare nel campo di vista del sensore le stelle di confronto utili per la fotometria differenziale. Quando necessario, inserire un riduttore di focale di buona qualità e bassa vignettatura.
- La focale "ideale" dovrebbe essere compresa tra 1 e 2,5 metri.
- E' opportuno che il telescopio sia in montatura equatoriale e in postazione fissa. Lo stazionamento polare deve essere accuratissimo, per evitare che le immagini siano affette dalla rotazione del campo, fenomeno che può risultare assai rilevante quando si segue per ore un oggetto celeste.
- Il moto orario deve essere perfetto; i dischi stellari non devono essere "mossi", pena una consistente perdita di precisione nelle misure fotometriche.
- E' altamente consigliato l'uso dei dispositivi di autoguida. Se non si dispone di questo utilissimo accessorio, è fondamentale limitare il tempo di esposizione all'intervallo entro i quale il moto orario garantisce un accurato inseguimento stellare (che non deve essere comunque inferiore ai 60 secondi).
- Ricordare che un CCD con buone prestazioni fotometriche deve avere un ridotto "readout noise" (l'errore che si introduce durante la lettura di un fotoelemento della matrice).

PER APPROFONDIRE:

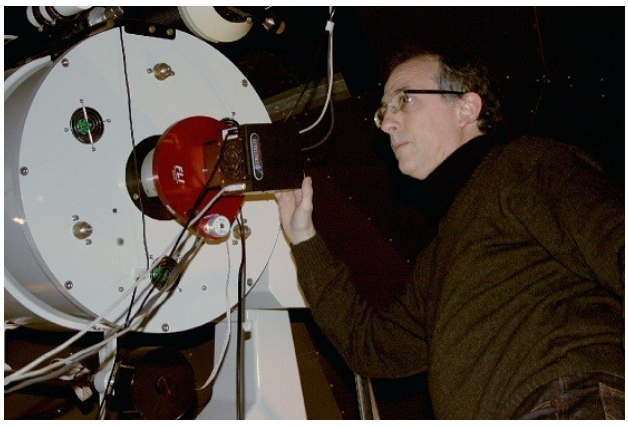
www.angeloangeletti.it/ASTRO_UNICAM/2011/lezione11_1.pdf

http://win.eanweb.com/Coelum_articoli/Coelum_n_113_pp_32-37.pdf

www.astrofilialtavaldera.it/sezioni/extrasolare/2008/Transiti_ML.pdf

http://win.eanweb.com/Astrofilo_articoli/calanca_n_14_Astrofilo_1_parte.pdf

http://win.eanweb.com/Astrofilo_articoli/Calanca_15_6articolo2_Astrofilo.pdf



Alberto Villa è Presidente della AAAV - Associazione Astrofili Alta Valdera di Peccioli (PI), nell'ambito della quale è responsabile delle sezioni "Spettrografia", "Eclissi" e "Pianeti extrasolari". Osserva dall' Osservatorio "Galileo Galilei" del Centro Astronomico di Libbiano.

STREPITOSO SUCCESSO ALL'INAUGURAZIONE DEL RINNOVATO PADIGLIONE SPAZIO-PLANETARIO A VOLANDIA

Luigi Bignami
foam13@foam13.it

Inaugurazione del nuovo padiglione Spazio-Planetario di Volandia

Wow! What a nice display! Hope to see you soon, Charlie. Con questo messaggio Charlie Duke comandante del Modulo Lunare nella missione Apollo 16 del 1972, decimo uomo (e tuttora il più giovane) che ha camminato sulla Luna, ha risposto a Luigi Pizzimenti vedendo le foto inviategli del rinnovato padiglione della Spazio-Planetario del Museo del volo Volandia (Strada Provinciale 52, n 4 - 21010 Vizzola Ticino, Varese), inaugurato sabato 22 marzo scorso.

Un vero e proprio *restyling* frutto della collaborazione tra la Fondazione Osservatorio Astronomico di Tradate Messier13 (FOAM13) e il Parco e Museo del Volo Volandia. In base a tale accordo l' Osservatorio Astronomico di Tradate ha ora in gestione il padiglione Spazio-Planetario da 2700 mq. e il Responsabile della Sezione Astronautica della FOAM13 Luigi Pizzimenti ne è il curatore.

Nel nuovo percorso, del rinnovato Padiglione Spazio-Planetario, si potranno apprezzare lo Sputnik in scala 1:1, il primo satellite lanciato dall'uomo, oltre alle tute spaziali di Buzz Aldrin e Charlie Duke, un diorama sempre in scala 1:1 di Galileo Galilei che eseguì le prime osservazioni alla Luna nel novembre del 1609, dei reperti incredibili delle V1 e V2 tedesche, una serie di nuovi manufatti originali delle spedizioni spaziali, modelli in varie scale e in particolare il modello del vettore che avrebbe dovuto portare i cosmonauti Russi sulla Luna N1. Ma è il modulo di Comando della missione Apollo 16 "CASPER" (nella foto qui sotto) in scala 1:1 ad essere stato il protagonista indiscusso della giornata dell'inaugurazione, attirando la curiosità di un folto pubblico di adulti e bambini tutti affascinati di fronte ad un oggetto costruito grazie al lavoro di 40 persone della FOAM13 tra tecnici, ingegneri, artigiani e artisti.

Parole di soddisfazione sono state spese dal Presidente di Volandia, Marco Reguzzoni che ha sottolineato come l'inaugurazione del Padiglione Spazio-Planetario sia "un ulteriore up-grade nello sviluppo del museo".

Anche Presidente della FOAM13 Roberto Crippa ha espresso parole di riconoscimento al Presidente Reguzzoni, all'Avv. Tovaglieri, ai collaboratori dell'Osservatorio e all'associazione "Amici di Volandia" che si sono prodigati per modificare il Padiglione dello Spazio-Planetario.

Luigi Pizzimenti dopo aver ringraziato il team che lo ha supportato nella realizzazione di Casper, ha esposto al pubblico presente il nuovo percorso e i nuovi contenuti aggiungendo che per il futuro sono previste ulteriori sorprese.

Altrettanto entusiasta dell'iniziativa il Sindaco di Somma Lombardo, Guido Colombo, l'Assessore alla Cultura del Comune di Tradate Ing. Andrea Botta e il presidente del Comitato scientifico di Volandia, Claudio Tovaglieri.

Il presidente Reguzzoni ha concluso gli interventi invitando l'Amministrazione del Comune di Tradate a prendere in considerazione la possibilità di entrare nel CDA della Fondazione di Volandia, un museo che ha saputo attingere dal passato per guardare al futuro, "ci

PARCO E MUSEO DEL VOLO
VOLANDIA
MALPENSA

vuole coraggio, audacia e determinazione per andare avanti in un momento difficile come quello che stiamo attraversando. Quel coraggio che ha contraddistinto Galileo e che proprio per questo abbiamo voluto all'ingresso del nuovo padiglione." Il Presidente Reguzzoni ha concluso così il suo intervento: "Tutto il mondo sa chi è Galileo Galilei, nessuno si ricorda chi lo processò!

IN RICORDO DI VITTORIO LOVATO…
ASTROFILO MA SOPRATTUTTO UN CARO AMICO

Alberto Villa
vilalber@tin.it

Ottobre 2007, Vittorio Lovato, a sinistra, all'Osservatorio Astronomico "Galileo Galilei" di Libbiano per la consegna, all'Associazione Astrofili Alta Valdera, dello spettrografo da lui appositamente costruito per il telescopio di 500 mm dell'Osservatorio. Accanto, l'autore di questa nota.

Eccomi a scrivere poche righe …. forse troppo poche …. per ricordare un astrofilo, ma soprattutto per me un caro amico, che lo scorso mese di ottobre ci ha lasciato, in silenzio e quasi all'improvviso, lasciando dietro di sé un gran vuoto: Vittorio Lovato.

Come ci siamo conosciuti è presto detto: nel 1978 fondai a Rivanazzano (in provincia di Pavia) la AAT – Ass.ne Astrofili Thetys, tuttora esistente e attiva sotto la guida esperta dell'amico Fabrizio Barbaglia: eravamo un bel gruppetto di astrofili con tante idee e animati da tanto entusiasmo.

Al tempo la AAT era l'unico gruppo di astrofili della zona, e proprio per questo motivo speravamo di attirare l'attenzione di altri appassionati che magari si sarebbero uniti a noi.

E Vittorio fu proprio uno di questi: appena venne a conoscenza dell'esistenza della AAT si presentò per vedere se la cosa potesse interessarlo, ma soprattutto se fosse stato possibile collaborare in qualche maniera. Oltre che per la sua passione per l'astronomia ci colpì per la sua abilità nella progettazione e costruzione in proprio di strumenti che spesso rappresentano un desiderio quasi proibito per ogni astrofilo.

Si può dire che se qualcosa non era commercialmente disponibile…. ci pensava lui! Il che non è da poco! Devo ringraziare Roberto Lovato per avermi fornito informazione di carattere biografico su suo papà Vittorio, che riporto di seguito per descriverne più completamente il personaggio.

Primo di cinque fratelli, Vittorio Lovato nasce a Schio (VI) il 7 Marzo 1929 e quindi frequenta la locale scuola elementare presso l'Istituto Padri Salesiani.

Nonostante diverse difficoltà legate anche alle ristrettezze economiche imposte dal secondo conflitto mondiale, prosegue con non poche peripezie gli studi intermedi e poi quelli superiori, fino all'ottenimento del diploma di perito elettrotecnico nel 1950 presso l'Istituto Industriale "A. Rossi" di Vicenza.

Successivamente si Laurea in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi di Pavia con una tesi sulla sicurezza negli impianti di raffinazione e dopo una parentesi lavorativa presso l'acciaieria di Bagnoli a Napoli e presso il Petrolchimico ANIC di Ravenna, si stabilisce con la famiglia a Voghera, in provincia di Pavia. Qui lavora come dipendente ENI presso la raffineria AGIP di Sannazzaro dè Burgondi fino a quando – nella seconda metà degli anni '90 – raggiunge l'età della pensione.

Sempre suo figlio Roberto racconta che la passione di papà Vittorio per l'osservazione del cielo era ben evidente già negli anni 60: è sempre vivo il suo ricordo da bambino di papà Vittorio a casa il sabato e a volte anche la domenica, sul tavolo della cucina (non aveva una stanza da dedicare ad officina!) mentre costruiva pezzi che una volta assemblati sarebbero poi diventati un telescopio completo, treppiede incluso.

Il suo primo Saturno con gli anelli o la sua prima Luna con i crateri Roberto non li aveva certamente visti sui libri di scuola, ma dal balcone di casa quando aveva 6-7 anni attraverso il primo telescopio costruito da papà (e che aveva lasciato sul pavimento della cucina tanti trucioli di alluminio, polverino metallico di limatura, colle , tracce di vernice, ecc, con grande "gioia" di sua mamma!). Per anni Vittorio si è dilettato a costruire, modificare ed affinare il telescopio originario, ed a costruirne di nuovi. Le prove le faceva tutte "sul campo": ", inizialmente dal balcone del suo appartamento di Voghera, e poi - dalla seconda metà degli anni 70 - da una postazione migliore e più privilegiata a 1000 metri di quota sull'Appennino Pavese, dove nel frattempo aveva acquisito un piccolo appartamento da utilizzare per le ferie con la famiglia.

Per diversi anni Vittorio ha dunque costruito apparecchi e fatto le sue osservazioni operando in perfetta solitudine, fino a quando nel 1987 ha deciso di presentarsi presso la sede della Ass.ne Astrofili Tethys di Rivanazzano, dove ha incontrato un gruppo di giovani astrofili (tra i quali, appunto, il sottoscritto) appassionati almeno tanto quanto lui, con i quali ha cominciato una nuova fase di "condivisione" delle sue esperienze in campo astronomico. La sua grande abilità nella costruzione di strumenti ed apparecchiature e la mia passione per la

Vittorio Lovato con lo spettrografo appositamente realizzato per il telescopio di 50cm dell'Osservatorio di Libbiano.

spettrografia ci avvicinarono e ci portarono a scommettere sulla realizzazione di uno spettrografo, quando all'epoca quasi nessuno si era cimentato in tale ambito, se non a livello prettamente professionale. Le tante serate trascorse a discutere insieme sulla pratica e sulla teoria hanno fatto approfondito la conoscenza reciproca, fino a far nascere stima e una profonda amicizia: per quanto mi riguarda Vittorio è diventato quasi un secondo papà, che mi ha insegnato tanto non solo nel campo dell'astronomia. La costruzione dello spettrografo andò a buon fine e nel 1992 ci valse – davvero con tanta soddisfazione - la pubblicazione di un articolo di fondo sulla rivista "L'Astronomia".

Vittorio Lovato con la targa che gli è stata dedicata dalla AAAV il 22 maggio 2008, in segno di stima e riconoscenza per il lavoro che è stato possibile svolgere con gli strumenti da lui realizzati.

La rivista Astronomia Nova ha pubblicato un suo ampio articolo, in due parti, apparso sui numeri 3 e 4 del 2011, si veda:
http://www.eanweb.com/rivista-astronomia/

Vale forse la pena di sottolineare come al tempo la fotografia digitale fosse totalmente sconosciuta e che pertanto in un primo tempo le prove per capire se il nostro spettrografo fosse in grado di produrre qualcosa di significativo ed in seguito i lavori affrontati dopo averne avuto conferma, furono effettuati utilizzando diapositive e – nella migliore delle ipotesi – la famosa pellicola in bianco e nero KODAK 2415 ipersensibilizzata in "forming gas": in sostanza.... il risultato non si vedeva in tempo reale così come accade con le attuali fotocamere, bensì dopo aver sviluppato il tutto! E se non si era ottenuto il risultato sperato bisognava ricominciare daccapo in un'altra sessione di lavoro.

La realizzazione del primo spettrografo e la relativa pubblicazione fu uno stimolo molto forte per Vittorio che da questo momento si dedicò con successo alla realizzazione di spettrografi amatoriali - sia a prisma che a reticolo - che cercava di adattare ed ottimizzare in funzione dello strumento al quale sarebbero stati applicati: dopo tanti anni di dedizione a tale attività sono davvero convinto che non ci sia astrofilo italiano appassionato di spettrografia che non conoscesse Lovato!

Nel 1993 mi sono trasferito in Toscana dove dal 2004 mi trovo a condurre la AAAV – Ass.ne Astrofili Alta Valdera con sede in Peccioli (PI). La distanza non ha certamente influenzato il rapporto di amicizia e di collaborazione con Vittorio e i lavori "a 4 mani" nel settore della spettrografia sono proseguiti, ben riuscendo a coordinarci anche a distanza. Il fatto di avere a disposizione in Toscana un telescopio RC da 50mm ha "stuzzicato" Vittorio per vedere cosa si potesse ottenere da uno strumento del genere con un suo "gioiellino" appositamente costruito. Ed ecco che nell'ottobre 2007 Lovato viene in Toscana con uno spettrografo fatto su misura per il telescopio dell'Osservatorio Astronomico di Libbiano (Peccioli) proprio nei giorni in cui la cometa Holmes ha un outburst che la rende improvvisamente visibile a occhio nudo! Si completa così il primo di una nuova serie di interessanti lavori, tutti realizzati con gli spettrografi sapientemente costruiti da Vittorio e che ci hanno permesso di affrontare presso il Centro Astronomico di Libbiano uno dei temi più interessanti dell'astronomia – ovvero l'evoluzione stellare – con strumenti realizzati artigianalmente con rara perizia e con lavori effettuati in prima persona: un cocktail di ingredienti che non poteva non suscitare nuovo interesse e nuova passione.

Con gli spettrografi costruiti da Vittorio abbiamo osservato spettri di tantissime stelle che abbiamo confrontato tra di loro constatandone le similitudini e le diversità legate alle loro diverse caratteristiche fisiche. Abbiamo seguito l'andamento dello spettro di novae appena esplose o di comete abbastanza luminose. Ci siamo stupiti osservando una miriade di righe analizzando il Sole, "eccitanti" righe di emissione in astri apparentemente insospettabili, o analizzando spettri di stelle incredibilmente rosse .... ci siamo divertiti: questa è un'altra cosa splendida, che forse sul momento sfugge ma della quale poi ci si rende conto in maniera molto evidente.

Mettendoci tanto impegno e dedizione, pur arrivando in certi momenti quasi sul punto di voler abbandonare tutto perché non riuscivamo, e peggio ancora non riuscivamo a capire il perché delle cose .... ma no! Questione di principio ... e ci mancherebbe! In quanto a determinazione (per dirla con le parole giuste ... testa dura!) né io ne Vittorio scherzavamo ... e alla fine ci siamo divertiti!

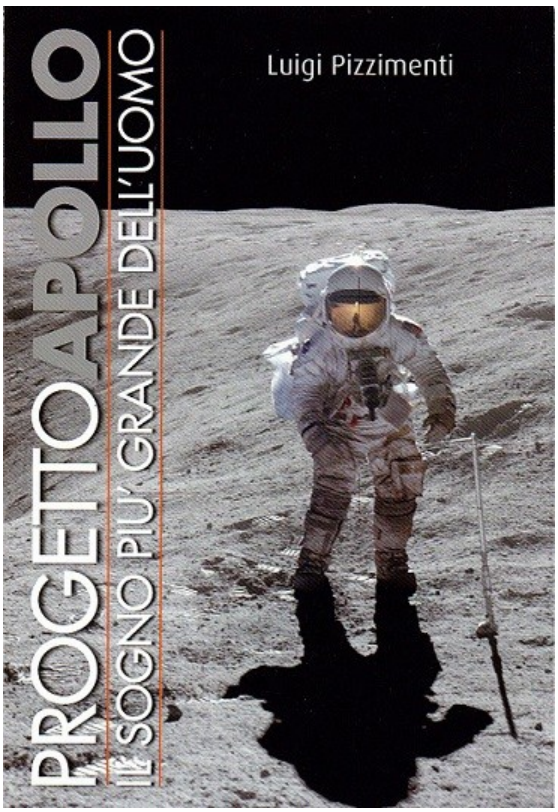
Con i lavori effettuati a Libbiano grazie agli spettrografi costruiti da Vittorio abbiamo organizzato serate anche per il pubblico e didattica per le scuole. Abbiamo partecipato a fiere e manifestazioni proprio insieme a Vittorio per parlare della "nostra" spettrografia fatta in casa oltre a preparare presentazioni proposte nell'ambito dell'astrofilia con l'intento di suscitare curiosità, voglia di cimentarsi in tale settore creando quindi nuovi rapporti di collaborazione e di amicizia con nuovo materiale di scambio e di confronto.

Chi ha la bontà di pubblicare questo articoletto ne sa qualcosa, in quanto ci ha ospitato più di una volta nelle manifestazioni e nei convegni organizzati, con tanto piacere e soddisfazione da parte nostra e – spero sinceramente – anche da parte sua. Dunque..... come dicevo, Vittorio ci ha lasciati: rimane il vuoto per una profonda amicizia che dura da tanti anni: a volte non ci penso e viene naturale – quando ho un dubbio – essere lì lì per chiamarlo, per un saluto, un confronto e un consiglio che non mi faceva mai mancare, e che ora invece mi manca.

Tra i tanti momenti passati insieme, mi piace ricordarlo sorridente mentre sale ad applicare il suo nuovo spettrografo al telescopio di Libbiano, sicuramente cercando di immaginare cosa avremmo potuto osservare di lì a poco e per la prima volta con il suo gioiello.

Ciao Vittorio .... con la stima e l'affetto di sempre!

Recensione



"...credo che questo paese debba impegnarsi a realizzare l'obiettivo, prima che finisca questo decennio, di far atterrare un uomo sulla Luna e farlo tornare sano e salvo sulla Terra. Non c'è mai stato nessun progetto spaziale più impressionante per l'umanità, o più importante per l'esplorazione dello spazio; e nessuno è stato così difficile e costoso da realizzare... ".

Con queste solenni parole, pronunciate dal presidente John F. Kennedy, durante una sessione speciale del Congresso, il 25 maggio del 1961, ebbe inizio la più grande avventura mai prima intrapresa dall'Umanità, il Progetto Apollo.

Il libro di Luigi Pizzimenti, dedicato interamente a questa impresa, è ricco di contenuti, notizie ed immagini, spesso inedite, che descrivono ed emozionano specialmente chi la Storia l'ha vista scorrere sugli schermi tv in bianco e nero.

Chi, infatti, potrà mai dimenticare la gustosa cronaca televisiva del 20 luglio 1969, quando Tito Stagno gridò: "Ha toccato!" e la battuta di Ruggero Orlando, "No, non ha toccato!" ed il successivo battibecco in diretta?

Il libro di Pizzimenti fornisce un'ampia introduzione all'impresa spaziale del Ventesimo secolo, descrivendo i contributi dei padri dell'astronautica, da Konstantin Tsiolkovsky a Werner von Braun, per poi passare alle grandi imprese spaziali dei sovietici, con i loro Sputnik, la Vostok, Gagarin e i tanti cosmonauti.

Per contrastare gli straordinari successi spaziali sovietici, gli americani cercarono di rimontare lo svantaggio, varando i programmi Mercury e Gemini, ma alcuni pensarono, negli stessi USA, che non ce l'avrebbero mai fatta a raggiungere i loro concorrenti.

Ma lo sforzo straordinario che l'America profuse per oltre un decennio, subito dopo la dichiarazione di Kennedy del 1961, segnò il culmine, ancora ineguagliato, dello sviluppo tecnologico accelerato degli USA e di tutto il mondo occidentale. E' in quegli anni che assistiamo ad una esplosione di invenzioni e di innovazioni tecnologiche: la radio a transistor, il microprocessore, il laser, il compact disc, le fibre di carbonio, ecc.

Anche se ci può stupire il fatto che, pochi anni dopo, per gestire le complesse funzioni dello Shuttle si utilizzasse un computer con assai meno funzioni e potenza di calcolo di un iPhone5!

Ma il mondo cambia, e insieme cambia la Storia dell'Umanità, alle 4:17: 43 del 20 luglio 1969, quando Armstrong annuncia: "Qui Base della Tranquillità, Eagle è atterrato".

La fase attuale dell'esplorazione spaziale è basata sulla collaborazione internazionale. E' difficile però prevedere quale sarà il futuro dell'uomo nello spazio e se e quando, riuscirà a spingersi al di là della Luna. Da molto tempo, forse troppo, si discute dell'importanza che avrebbe una missione umana su Marte, alla nostra portata sotto il profilo scientifico – tecnologico ma non sotto quello economico – politico. Di recente, tuttavia, lo scenario è cambiato nuovamente con la messa in orbita del primo taikonauta cinese. Sarà interessante vedere quale sarà l'impatto di questa nuova potenza spaziale sul futuro dell'uomo nello spazio. Nel frattempo, leggiamo il libro di Pizzimenti, il racconto di una straordinaria saga spaziale di enorme impatto psicologico ed emotivo.

Progetto Apollo. Il sogno più grande dell'uomo

Luigi Pizzimenti

Prezzo: € 24,50

Stampa a cura dell'Autore, Borghetto Lodigiano 2013
Per richiedere una copia scrivere all'Autore:
l.pizzimenti@tiscali.it